This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 06272792 4

Barrel

TRAITÉ

DE

CHIMIE TECHNIQUE

Paris. — Typographie de Firmin Didot frères, fils et Cie, rue Jacob, 56.

TRAITÉ

DE

CHIMIE TECHNIQUE

APPLIQUÉE

AUX ARTS ET A L'INDUSTRIE

A LA PHARMACIE ET A L'AGRICULTURE

PAR

M. G. BARRUEL

EX-PRÉPARATEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS
ANCIEN ESSAYEUR DE LA FABRICATION DES MONNAIES

TOME SEPTIÈME

Traitant de la chimie appliquée aux arts agricoles;
des terrains, de leur analyse, des moyens de les amender, des engrais naturels ou artificiels
les plus convenables aux diverses cultures que l'on veut entreprendre.

ASTOR LIBRARY

PARIS

LIBRAIRIE DE FIRMIN DIDOT FRÈRES, FILS ET Cie

IMPRIMEURS DE L'INSTITUT DE FRANCE

RUE JACOB, 56

1863

Toute réserve de reproduction et de traduction de cet ouvrage dans
les pays étrangers est faite conformément à la loi.

CHIMIE TECHNIQUE

APPLIQUÉE

AUX ARTS ET A L'INDUSTRIE,

A LA PHARMACIE ET A L'AGRICULTURE.

CHIMIE ORGANIQUE INDUSTRIELLE.

L'industrie fait de nombreuses et d'importantes applications des matières organiques végétales et animales, soit par un emploi direct, comme celui des matières textiles, des sucres, des gommes, du sang, etc., soit en leur faisant subir des transformations par l'action de la chaleur, de la fermentation ou même par des agents chimiques.

Nous avons déjà parlé de quelques opérations de ce genre, qui se font relativement sur de petites quantités, et nous n'aurons pas à y revenir; mais il en est quelques-unes, beaucoup plus importantes, sur lesquelles nous avons seulement donné, mais encore uniquement sous le simple rapport théorique, les notions indispensables à ceux qui veulent avoir une idée des moyens employés pour obtenir les matières pures. Il est nécessaire maintenant de passer en revue ces diverses branches d'industrie et de faire connaître aussi complétement que possible les procédés pratiques par lesquels on obtient le plus économiquement possible ces divers produits, condition aussi importante que celle de leur bonne qualité.

LIGNEUX, BOIS.

Le bois est formé par la cellulose, au milieu de laquelle il y a une matière que M. Payen nomme incrustante, et qui se trouve en

plus grande quantité dans les bois durs, qui lui doivent leur plus grande densité; certains bois contiennent en outre des principes particuliers, qui les rendent propres à des usages spéciaux. Ainsi, les uns contiennent des résines, d'autres des matières colorantes, et quelques autres encore des principes odorants : de là les distinctions de bois blancs, de bois lourds, de bois résineux; certains bois sont propres à des ouvrages d'ébénisterie, un plus grand nombre à la charpente, ou à du merrain, ou à de la volige; on extrait de quelques-uns les matières colorantes dont ils sont chargés, et on les emploie pour la teinture; les bois les plus durs et les plus denses servent à faire des dents de roues d'engrenage, des rampes, et ceux qui ont le grain le plus fin, comme le buis, le poirier, etc., sont employés pour la gravure sur bois; il y en a avec lesquels on fait des bobines pour les filatures, des galets, des roulettes, des rabots, etc. Les bois résineux fournissent en même temps du charbon et du goudron, dont on enduit les navires, les cordages. Le bois sert aussi à la fabrication de l'acide pyroligneux, et par suite à celle de l'acide acétique, des pyrolignites et des acétates. M. Payen a démontré que tous les bois ne donnent pas la même proportion d'acide acétique, et que cette proportion est d'autant plus grande que le bois est plus dur, c'est-à-dire qu'il contient plus de matière incrustante; et cependant la cellulose en produit même lorsqu'elle n'est pas accompagnée de cette substance.

CONSERVATION DU BOIS.

Les bois résineux et les bois durs ne se détériorent pas aussi promptement que les bois légers et poreux, qui par l'humidité et l'air, agissant ensemble, finissent par se décomposer en assez peu de temps. Cette altération, qu'on nomme *pourriture*, peut être prévenue, ou au moins singulièrement retardée, par différentes substances; elle est produite, comme nous venons de le dire, par l'action de l'oxygène de l'air et de l'humidité; mais elle l'est aussi par une sorte de fermentation provenant de la décomposition des corps albuminoïdes contenus dans le bois, lesquels en s'altérant produisent des ferments qui agissent sur la matière organique, la transforment en acide carbonique et en beaucoup d'autres composés; une partie des corps albuminoïdes peut même subir la fermentation putride. Ces corps azotés font développer dans le bois, du moins en grande partie, une foule d'espèces de cryptogames

qui en activent encore la destruction; enfin, ces mêmes corps azotés attirent les insectes, si nombreux, qui se nourrissent du bois, et dont quelques-uns, comme les *termites*, n'en attaquent que l'intérieur, sans qu'il y paraisse rien à l'extérieur.

C'est par des agents antiseptiques, qu'on fait pénétrer dans l'intérieur du bois, qu'il est possible de prévenir ou plutôt de retarder cette altération. La difficulté qu'on éprouve à faire pénétrer les liquides dans toute la masse du bois est due à l'air que contiennent ses pores.

Les substances qu'on peut employer sont très-diverses. Pour les vaisseaux, dont les bois sont attaqués par la pourriture et les insectes, ou par les rats, on a essayé des agents qui étaient non-seulement antiseptiques, mais qui étaient même vénéneux, tels que l'acide arsenieux, le sublimé corrosif; mais on a été forcé d'y renoncer: les blessures par éclats du bois, si fréquentes dans les combats sur mer, et même celles des ouvriers qui le travaillent, devenaient toujours mortelles. M. Kyan s'est cependant servi d'une dissolution de sublimé corrosif à $\frac{1}{100}$ pour les bois qui devaient entrer dans la construction des serres du duc de Devonshire.

Parmi les substances susceptibles d'être employées à cet usage, le sel marin est celle qui réunit le bas prix à l'avantage d'un effet salutaire: aussi dans les ports de mer les approvisionnements de bois de construction sont-ils souvent conservés en radeaux immergés dans la mer. Le sulfate de fer, le chlorure de calcium, préférable à tout autre corps pour les cercles, auxquels ses propriétés hygrométriques conservent la souplesse, le chlorure de zinc, l'acétate de plomb, le pyrolignite de fer, et successivement des dissolutions à 5 p. 100 1° de sulfure de baryum, 2° de sulfate de fer; les huiles, les matières grasses, les résines, sont les substances qu'on emploie d'ordinaire. Le tannin produit aussi de bons effets.

Les ingénieurs des chemins de fer donnent la préférence au mélange d'hydrocarbures obtenu en distillant le goudron de houille, dont on ne recueille que le quart de son poids: les traverses de chemin de fer ainsi préparées se conservent plus longtemps que par tout autre agent. M. Bréant a proposé de faire pénétrer par une forte pression de l'huile de lin lithargirée dans le bois; ce moyen est très-bon, mais il est trop coûteux pour que l'on ait pu l'appliquer à l'industrie.

Enfin, en dehors du but de la conservation des bois, MM. Renard-

Perrin ont eu l'idée d'employer les procédés que nous allons indiquer, pour faire pénétrer dans les bois des matières qui leur donnent les couleurs que l'on désire, en pratiquant exactement comme pour les teintures sur étoffes, par alunage préalable, et en introduisant ensuite des matières colorantes : et en employant successivement des lessives, du chlorure de chaux, puis de l'acide chlorhydrique et un lavage, ils sont parvenus de même à décolorer le bois et à lui donner l'apparence de l'ivoire.

Les bois deviennent moins facilement corruptibles quand on leur fait subir une forte dessiccation, qui ne doit cependant être opérée que graduellement ; leurs pores en se resserrant deviennent alors moins perméables, et par conséquent moins exposés aux influences des changements hygrométriques de l'atmosphère.

Le procédé de M. Boucherie consiste dans l'aspiration vitale : quand on plonge une branche récemment coupée et munie de ses feuilles dans une solution saline quelconque, la transpiration des feuilles détermine l'ascension de la liqueur, et au bout de quelque temps l'on voit les feuilles changer de couleur, se faner et enfin se sécher, effet produit par l'action de la dissolution saline dès qu'elle est parvenue jusqu'à elles ; la branche est alors entièrement injectée : ce qu'il est facile de reconnaître par des réactifs. Il ne faut même laisser à l'extrémité supérieure de la branche qu'un simple bouquet de feuilles. M. Boucherie se sert de pyrolignite de fer ou de sulfate de cuivre pour empêcher la carie sèche ; lorsqu'il veut conserver de la souplesse au bois, il se sert de chlorure terreux ou alcalino-terreux, ou de chlorure de zinc neutre.

D'après cela, on fait au pied d'un arbre plusieurs entailles, de manière à ce qu'elles occupent toute la circonférence à une certaine profondeur, et l'on dispose au-dessous des entailles une cuvette en toile imperméable dans laquelle on introduit la liqueur conservatrice, que l'on renouvelle au fur et à mesure qu'elle est absorbée.

Cet ingénieux procédé a l'inconvénient de ne pouvoir faire pénétrer la liqueur dans le cœur du bois ; en pratiquant à diverses distances des trous au moyen d'une tarière on peut cependant l'y faire pénétrer par places, et si le réactif employé est capable de colorer le bois, on peut ainsi produire des veines colorées qui lui donnent un aspect agréable et le rendent alors propre à l'ébénisterie. Si l'arbre est scié complétement du pied, enlevé, puis incliné sous un

certain angle et plongé dans un baquet (*fig.* 579) contenant la li-

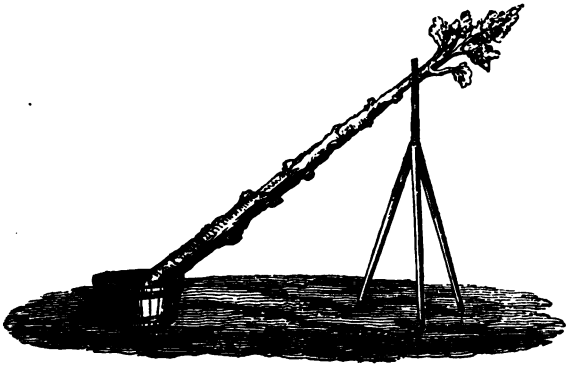


Fig. 579.

queur, toute la masse sera pénétrée. Les bois préparés par ces divers moyens deviennent très-difficilement combustibles; ils ne prennent plus autant de retrait en vieillissant et ne sont plus sujets à se voiler.

Le procédé suivi dans les ports, et qui consiste à plonger les bois dans la mer, est très-défectueux : le liquide n'y pénètre que très-imparfaitement et après une longue immersion : les gaz contenus dans le bois, ne pouvant s'échapper, à cause de la position horizontale, s'opposent à l'absorption : au contraire l'absorption peut avoir lieu si le bois est placé verticalement et enfoncé progressivement dans l'eau.

Le déplacement s'opère aussi en adaptant un sac de cuir ou de toile imperméable à l'extrémité la plus grosse d'un arbre récemment abattu; la ligature solide du sac posé sur un bourrelet d'argile reçoit le liquide conservateur, qui, exerçant une pression quoique légère, déplace les gaz et la séve, et bientôt si le liquide est coloré on le voit sortir à l'extrémité opposée. Cependant les canaux par lesquels doit pénétrer la liqueur, n'ayant pas le même diamètre, ne se laissent pas traverser avec la même facilité, et la pénétration serait très-incomplète si l'on cessait l'opération dès que le liquide conservateur apparaît à l'extrémité.

Cette opération est faite sur les billes de bois qui supportent les rails des chemins de fer. M. Boucherie prend des billes d'une longueur double de celle des traverses, et donne un trait de scie dans toute leur épaisseur, à trois centimètres près ; en soulevant la pièce en dessous et au milieu, la fente s'ouvre davantage ; il garnit les bords avec une corde goudronnée, puis abandonnant la bille, la fente

du côté divisé se resserre en comprimant la corde ; on pratique ensuite au milieu qui n'a pas été scié un trou de tarière, et au moyen d'un tuyau on y fait pénétrer le liquide, qui filtre à travers les fibres des deux côtés de la traverse.

On a proposé de faire pénétrer les liquides conservateurs au moyen d'une pression, comme le faisait M. Bréant pour l'huile, ou, enfin, en coupant un arbre au-dessus des racines et à la naissance des branches : à la base on adapte un manchon imperméable, que l'on met en communication avec un réservoir qui contient le liquide conservateur ; à l'autre extrémité du tronc posé horizontalement on adapte aussi un cylindre en fonte, dans lequel on fait le vide en y brûlant une étoupe imprégnée d'un peu d'alcool ou d'esprit de bois ; on bouche immédiatement, et la pression atmosphérique fait pénétrer le liquide. En deux ou trois opérations semblables le tronc est entièrement traversé.

De tous ces moyens mécaniques le procédé par déplacement sans pression ou sans faire le vide est le plus simple : aussi est-il le plus généralement suivi. Le déplacement se fait très-rapidement : les agents forestiers ont constaté dans la forêt de Compiègne que dans un hêtre cubant 294 mètres, 3,060 litres de séve avaient été remplacés par 3,210 litres de pyrolignite ; ce qui a pu établir les proportions relatives des parties solides du bois et des fluides qui remplissent les canaux.

Des expériences ont été faites pour comparer la durée du bois dans son état naturel avec celle du bois soumis à ces procédés conservateurs ; on a ainsi trouvé que la durée du bois préparé était au moins double de celle du bois employé dans son état naturel, et même que cette durée était souvent beaucoup plus considérable ; or, comme les frais de conservation n'augmentent pas le prix de plus d'un sixième, il est évident qu'il y a de l'avantage à injecter les bois.

MATIÈRES TEXTILES.

Un certain nombre de plantes textiles produisent une filasse plus ou moins fine, avec laquelle on fait le fil et les tissus ; telles sont le lin, le chanvre, dans nos contrées ; une variété d'ortie cultivée dans ce but dans la Tartarie et le nord de la Chine ; le *phormium tenax*, ou lin vivace, etc. Ces plantes ont besoin d'être soumises à différentes opérations, qui permettent de séparer facilement et complétement les parties utilisables dans ce but, et sans leur faire éprouver d'altération qui nuise à leur couleur et à leur solidité.

La première des opérations est purement chimique : c'est le *rouissage;* les autres sont mécaniques. Le rouissage s'opère ou sur le pré, et alors on le nomme *rorage* ou *sereinage ;* ou par immersion, c'est-à-dire par le *rouissage à l'eau.* Ce dernier présente de graves inconvénients, par les émanations putrides qui résultent de la fermentation qui s'établit, et qui non-seulement fait périr les poissons, mais cause aussi des maladies en répandant une odeur fétide des plus désagréables. On a cherché s'il ne serait pas possible d'arriver à produire de bons résultats par d'autres moyens, dont un paraît présenter tous les avantages que l'on recherche ; nous le décrirons plus loin.

Les opérations sont les mêmes pour le lin que pour le chanvre ; seulement pour ce dernier l'opération dure plus longtemps, et l'on retranche les racines et les sommités du chanvre, qui acquiert une longueur beaucoup plus considérable que celle du lin, car dans certaines contrées il atteint une hauteur de quatre, de cinq et même de six mètres. En outre le chanvre est une plante dioïque : les pieds mâles et les pieds femelles, ne se récoltant pas en même temps, doivent être rouis séparément. Dans le Maine, la Bretagne et la Belgique les cultivateurs donnent le nom de mâle au porte-graine et appellent femelle celui qui porte les fleurs mâles ; nous ne suivrons pas cette fausse désignation.) Le rouissage a pour but de détruire les matières albumineuses et l'espèce de résine qui recouvrent et enduisent la matière textile et la font adhérer à la tige ligneuse du lin et à celle du chanvre.

RORAGE OU SEREINAGE DU LIN.

Le rorage consiste à étendre le lin en couches minces, qu'on nomme *ondins,* sur un gazon ou une prairie récemment fauchés et très-nets : c'est à l'influence de l'atmosphère qu'on l'abandonne ainsi, en ayant soin de le retourner quand il a plu. La position du lin n'est pas indifférente ; il faut que les racines soient tournées du côté du vent dominant ; s'il ne vient pas de pluie après qu'on l'a disposé en couches, il est utile de l'arroser pour activer le rouissage, et rendre ainsi la plante plus lourde et moins susceptible d'être dérangée par le vent.

Le lin doit avoir été récolté par un temps sec : s'il l'avait été par la pluie, il présenterait des taches qu'on aurait beaucoup de peine à faire disparaître plus tard ; il doit être parfaitement et également mûr : on ne lui enlève ni les racines ni les sommités.

Le côté qui est sur le sol étant plus promptement roui, on le retourne au bout d'un certain temps avec un râteau en le faisant tourner sur les racines et sans déranger d'ailleurs la disposition des tiges, qu'il faut rétablir à la main s'il est nécessaire.

Le rorage a l'inconvénient de durer environ cinq semaines : on reconnaît qu'il est terminé à ce que les tiges soumises à l'action de la *broye* se brisent facilement jusqu'à leur extrémité et que les fibres textiles se détachent facilement de la partie ligneuse. On enlève alors le lin, et on le retourne, en le prenant par les sommités, qu'on lie ensemble pour en former des gerbes coniques, dont les racines font la base que l'on pose sur le pré ; la dessiccation s'opère ainsi en peu de temps, et l'on fait alors des bottes du lin pour le conserver dans une grange sèche jusqu'au moment où l'on veut le broyer. Avant cette opération on le bat pour en extraire la graine.

Le chanvre se traite de la même manière, mais, comme nous l'avons dit, on le récolte à deux époques différentes : le chanvre mâle est mûr avant le chanvre femelle, ce qu'on reconnaît à ce que ses feuilles se flétrissent et que les tiges jaunissent en haut quand les fleurs ont répandu leur pollen. La maturité du chanvre femelle se reconnaît à celle des graines et à la sécheresse de la tige. Pour les deux espèces il est important d'opérer l'arrachage exactement à l'époque de la maturité, parce que le rouissage s'en opère plus promptement.

Lorsque le chanvre est arraché, l'usage est de le faire sécher en faisceaux sur le sol pendant huit ou dix jours : dans quelques cantons cette opération se fait en enterrant les sommités des tiges femelles et en réunissant les racines pour en faire une gerbe verticale ; on le bat alors pour en extraire la graine. Avant de soumettre le chanvre au rouissage, on en retranche souvent les racines et les sommités. On doit rouir les deux espèces séparément, car pour le chanvre mâle l'opération ne dure pas plus de huit ou dix jours, tandis que pour le chanvre femelle il en faut souvent plus de quinze. Le chanvre est rarement roui par le rorage ; c'est presque toujours à l'eau qu'on l'opère.

ROUISSAGE A L'EAU.

Dans plusieurs contrées on préfère pour le lin le rouissage à l'eau au rorage ; dans le nord de la France, en Belgique, dans le nord de l'Allemagne, cette opération se fait en pratiquant au bord

des rivières, au moyen de pieux enfoncés en terre, des espèces d'enclos dont la capacité est proportionnée aux quantités de lin à rouir, et qu'on nomme *routoirs*. On le lie en bottes, que l'on pose debout et qui sont maintenues par des perches ou des bâtons entrelacés et liés aux pieux; de sorte que le lin se trouve toujours entièrement immergé et même recouvert d'une couche d'eau de quelques centimètres. On le laisse ainsi jusqu'à ce que le rouissage soit parfaitement achevé, sans laisser dépasser ce moment, car sans cela la matière textile serait altérée et ne tarderait pas à pourrir. Le temps nécessaire pour le rouissage varie selon la température; il est d'autant plus long qu'elle est plus basse : il faut une surveillance extrême lorsque le rouissage approche de sa fin, car une seule heure de retard serait très-préjudiciable.

Quand le lin est retiré on délie les bottes et on l'étend sur un pré fauché et sec : s'il pleut il faut attendre pour l'étendre; on le laisse sur le pré douze ou quinze jours en le retournant de temps en temps; cette exposition à l'air et à la lumière le sèche et le blanchit.

Le lin qui a été roré a toujours une teinte grise particulière, connue sous le nom de *gris de lin;* quand il a été roui avant sa parfaite maturité, ce gris est un peu jaunâtre; autrement il est un peu argenté. Par le rouissage à l'eau sa couleur est toujours jaunâtre : il en est de même pour le chanvre.

Le rouissage du chanvre s'opère comme celui du lin; mais comme les tiges en sont beaucoup plus longues, on ne peut pas le mettre verticalement dans les routoirs. On le place par couches disposées, la première perpendiculairement à des perches déposées au fond, puis les couches successives se croisant de même : on recouvre souvent la dernière avec d'autres perches, sur lesquelles on met des pierres pour maintenir le chanvre au-dessous du niveau de l'eau : cette opération donne de meilleurs résultats quand l'eau peut se renouveler lentement. Quand le rouissage est arrivé à son terme, qu'il faut avoir soin de ne pas dépasser, on l'enlève et on l'étale sur le pré comme le lin, et lorsque ce n'est pas possible on le réunit par petites bottes liées seulement à la partie supérieure des tiges, pour l'appuyer presque verticalement le long d'un mur; lorsqu'il ne pleut pas la dessiccation s'opère ainsi en peu de temps; on retire ces javelles le soir pour les replacer le lendemain, afin d'éviter l'humidité de la nuit.

Lorsque le lin et le chanvre ont été rouis par l'un ou l'autre de

ces procédés, on les soumet à diverses opérations mécaniques pour en séparer les fibres textiles, ce que nous nous contenterons d'indiquer sommairement.

Avant d'être travaillé le lin est d'abord séché complétement; cette opération, que l'on nomme *hâlage*, se fait en exposant le lin au soleil et en en déliant les bottes par le bas; en écartant les brins on les dispose en cônes qui se tiennent debout. On le dessèche aussi dans les fours quand on en a retiré le pain, moyen mauvais, car la température y est encore souvent supérieure à + 80°; la vapeur, qui se forme en grande quantité et tout d'un coup, n'ayant pas d'issue retombe sur les tiges et les ramollit. On réussit mieux en le séchant sur les tourailles des brasseurs; mais ici encore la chaleur, qui est de + 60°, est trop forte. En Allemagne on a des hâloirs disposés à cette intention : ce sont de grandes chambres basses; chauffées par un grand poêle en terre dont la porte est à l'extérieur; il y a une issue pour la vapeur : on chauffe graduellement, et l'on maintient la température du hâloir à + 30° c. au maximum tant qu'il se dégage de la vapeur; puis quand elle cesse on l'élève à + 45° c. pendant un quart d'heure environ, et l'on retire le lin, qu'on laisse refroidir lentement.

Le lin peut alors passer par les différentes opérations mécaniques qui ont pour but de séparer les chènevottes; on commence par le trier, au moyen d'un peigne à grosses dents de bois ou de fer; puis il passe au *maquage* ou *maillage*, c'est-à-dire qu'avec un maillet on le frappe sur un billot de bois. On le broye ensuite avec un instrument qui est un banc de bois à l'une des extrémités duquel est adaptée une pièce de bois munie d'une poignée avec laquelle on la lève et l'abaisse à volonté; cette pièce de bois est réunie au banc par une cheville, autour de laquelle elle peut se mouvoir : on la nomme *mâchoire*. Le banc et la mâchoire ont des rainures et des languettes dont les arêtes sont parfaitement arrondies afin de ne pas couper les brins. Cette opération donne la filasse brute.

On fait encore subir à la filasse brute une nouvelle opération, qu'on nomme *espadage*, nom provenant d'une sorte de lame de bois à deux tranchants arrondis avec laquelle on frappe la filasse afin d'achever de rompre la chènevotte; puis enfin on la peigne.

Nous avons dit que plusieurs procédés avaient été proposés pour remplacer le rouissage; ainsi l'on a essayé de traiter le lin et le chanvre par de l'eau bouillante dans laquelle on avait dissous un peu de savon ou de soude caustique: ce procédé donne prompte-

ment une filasse très-fine, qui se sépare facilement de la chènevotte et se blanchit aisément, mais qui n'a pas de solidité; l'emploi de la vapeur d'eau donne une filasse cotonneuse, sans éclat et sans force.

M. Schenk a imaginé un procédé de rouissage qui est employé depuis un certain nombre d'années en Amérique, et qui est pratiqué aussi maintenant en Irlande; ce procédé, modifié successivement par MM. Bernard et Cock, par M. Scrive de Lille, n'offre pas les inconvénients, si insalubres, du rouissage ordinaire. Il est principalement employé pour le lin; mais il sert également pour le chanvre.

L'appareil consiste en une cuve en bois ayant un faux fond percé de trous; on y place les tiges de lin ou de chanvre debout et serrées; la profondeur des cuves varie selon qu'elles sont destinées au chanvre ou au lin, les tiges devant être complétement immergées. Lorsque la cuve est chargée on pose sur les tiges un grillage en bois, qui les maintient au-dessous du niveau de l'eau qu'on y introduit; cette eau doit être chauffée à + 36° et dépasser le grillage supérieur: une fermentation acide ne tarde pas à se produire; il se dégage des gaz acides mêlés de vapeurs d'un acide gras particulier ayant une odeur fétide et d'une petite quantité d'hydrogène sulfuré.

La cuve est percée latéralement de quatre trous, l'un au-dessous du faux fond, le second au milieu de sa hauteur, le troisième au niveau supérieur du grillage qui maintient les tiges, enfin le quatrième, qui sert de trop-plein et dont la section est égale à la somme des sections des trois autres, est un peu plus haut.

Dès que la fermentation est bien établie et que les gaz se dégagent, on fait arriver par les trois ouvertures, et au moyen de tuyaux, un courant d'eau chauffée à 36°; la température se trouve ainsi maintenue et régularisée; l'eau qui arrive par le trou supérieur chasse vers le trop-plein, qui lui est diamétralement opposé, l'écume brune qui se forme à surface de liquide. L'opération dure de soixante-douze à quatre-vingt-seize heures pour le lin, selon que l'eau dont on se sert est plus ou moins pure; si elle est séléniteuse, il faut quatre-vingt-seize heures: il faut plus de temps pour le chanvre. En suivant ce procédé, la fibre textile est plus ménagée et plus résistante.

On retire de temps en temps une tige, que l'on brise afin de voir si la matière textile se détache sur toute la longueur de sa tige, ce qui montre que le rouissage est achevé. On fait alors écouler le liquide, on enlève les tiges par brassées pour les laminer dans un système composé de quatre rouleaux, sur lesquels on fait tomber

un jet continu d'eau, sous forme de pluie, afin d'entrainer les matières étrangères ainsi que le liquide retenu entre les fibres. Les tiges ainsi comprimées et essorées sont placées dans une étuve à courant d'air, qui les dessèche en douze heures; elles sont passées successivement entre cinq paires de cylindres cannelés afin de rompre les chènevottes.

Le teillage ne pourrait pas se faire sans perte immédiatement au sortir de ces cylindres, les fibres trop sèches se rompraient pendant l'opération; on les met en magasin pendant environ deux mois: pendant ce temps elles reprennent assez d'humidité pour que l'on puisse retirer la filasse et la peigner, ce qui se fait maintenant par des procédés mécaniques.

DISTILLATION DU BOIS.

Lorsqu'on fabrique le charbon de bois au moyen de meules, toutes les vapeurs qui résultent de la décomposition de la matière organique sont perdues. Glaubert avait reconnu que les vapeurs produites par la distillation sèche du bois contenaient un acide pareil au vinaigre.

Mollerat, plus tard, essaya cette opération aux environs de Nuits, dans la Côte-d'Or, et réussit à fonder en grand la fabrication du vinaigre de bois et tous les produits salins qui en dérivent. Il présenta en 1808 à l'Institut un mémoire sur cette fabrication et des échantillons de tous les produits qu'il obtenait. Cette industrie a fini par prendre une assez grande extension, en France, en Allemagne, en Suède, etc.

Tous les bois ne sont pas également convenables pour cette industrie; ce sont les bois durs, tels que le chêne, le frêne, le hêtre, qui produisent la plus grande proportion d'acide; les bois blancs et les bois résineux ne sont pas bons pour cette opération.

A Glascow la distillation du bois se fait dans des appareils disposés diversement. Nous avons donné (t. I, p. 237, *fig.* 54 et 54 *bis*) la description de celui de Schwartz en Suède et (p. 239, *fig.* 55 et 55 *bis*) celle d'un autre appareil, employé auprès de Paris. A Glascow ce sont des cylindres de fonte A A (*fig.* 580) que l'on dispose horizontalement par couples dans des fourneaux à un seul foyer; ces cylindres ont 2 mètres de long sur 1 mètre 30 centimètres de diamètre; leurs extrémités sortent de la maçonnerie comme les cornues à gaz: l'une des extrémités est fermée à demeure par une plaque de fonte

au milieu de laquelle est adapté un tuyau B (*fig.* 581) de 16 centimètres de diamètre, que l'on fait pénétrer perpendiculairement dans

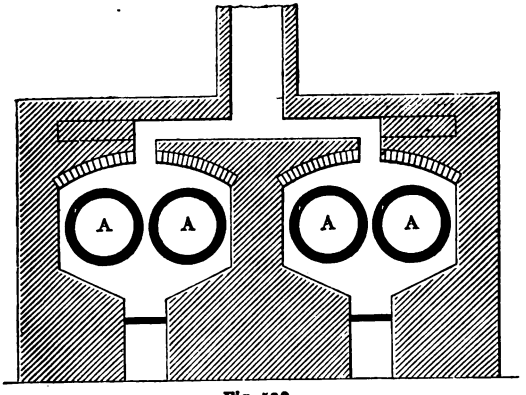


Fig. 580.

un tube réfrigérant général C, qui sert pour tous les cylindres (*fig.* 580 et 581), dont le diamètre est au minimum de 25 centimètres, que l'on augmente selon le nombre des cylindres distillateurs, et qui fait écouler les produits dans un réservoir d'où les gaz sont conduits dans le foyer.

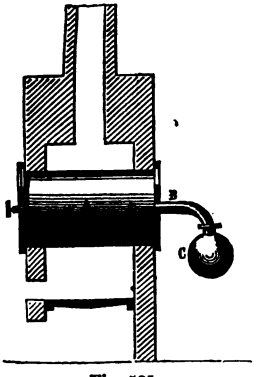


Fig. 581.

L'autre extrémité du cylindre est également fermée par une plaque de fonte, que l'on enlève à volonté pour charger le bois ou décharger le charbon, et qui est solidement maintenue pendant l'opération par une clef à vis comme dans les cornues à gaz. Chacun de ces cylindres contient 9 quintaux de bois. Le feu doit être modéré, surtout au commencement de la distillation, qui dure près de vingt-quatre heures; on laisse refroidir pendant un jour avant de retirer le charbon. Cet appareil n'est employé qu'en Angleterre.

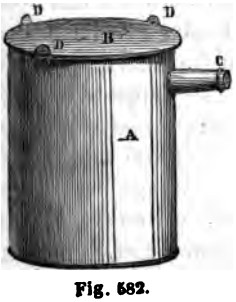


Fig. 582.

Depuis longtemps on a établi à Choisy-le-Roi une distillerie de bois sur une grande échelle; l'appareil qui y fonctionne est un cylindre de tôle rivée A dont la capacité est de 5 à 10 mètres cubes (*fig.* 582), que l'on ferme à la partie supérieure avec une plaque de tôle B quand le cylindre est

chargé ; à la partie supérieure du cylindre est pratiquée une ouverture circulaire de 1 décimètre de diamètre, à laquelle on rive un tuyau légèrement conique C de 4 décimètres de long ; ce cylindre porte à sa partie supérieure trois anneaux D, D, D, auxquels on adapte des chaînes qui se réunissent à un crochet et que l'on attache à une grue, au moyen de laquelle on l'enlève pour le placer dans un fourneau cylindrique, et qui sert de même pour l'enlever quand la distillation est terminée.

Lorsque le cylindre est en place on commence à chauffer ; aussitôt qu'on voit sortir des vapeurs fuligineuses on adapte au tuyau du cylindre un appareil condensateur (*fig.* 583), qui est une sorte de

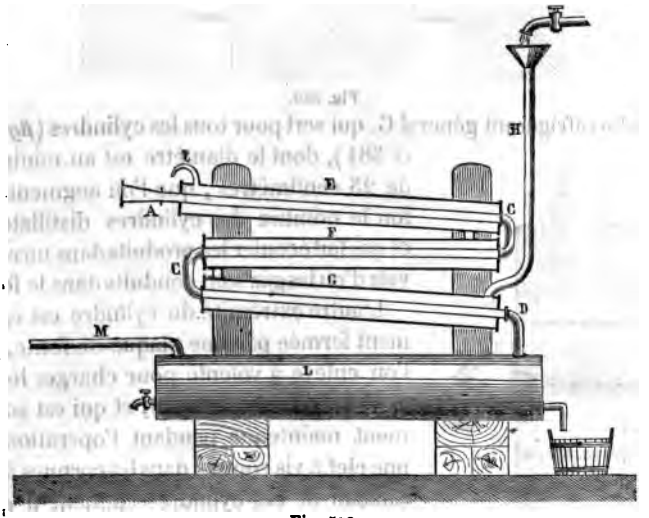


Fig. 583.

serpentin A, B, C, D, dont les branches passent dans des cylindres E, F, G, réliés entre eux par des tuyaux ; un courant d'eau froide arrive par le tube H dans le cylindre qui est le plus bas ; l'eau passe par le tuyau de communication dans le cylindre intermédiaire, et de celui-ci dans le cylindre supérieur, d'où elle s'échappe très-chaude par le trop-plein J. Le serpentin débouche dans une caisse L fermée, où les liquides condensés se réunissent ; le goudron se rend à sa partie inférieure ; le liquide aqueux acide surnage, les gaz se dégagent par le tube M et se rendent dans le foyer en s'échappant par une sorte de pomme d'arrosoir ; ils s'enflamment, et contribuent ainsi à la carbonisation du bois d'où ils se sont dégagés

L'opération quand elle se fait sur 5 stères ou mètres cubes dure huit heures ; on reconnaît facilement quand elle est terminée, car les gaz cessent de se dégager, et vers la fin la flamme qu'ils produisent devient blanche.

D'après M. Mollerat, 500 kilog. de bois de chêne donnent près de 180 kilog. d'acide pyroligneux contenant l'esprit de bois, et 36 à 40 kilog. de goudron, obtenu par la distillation *per descensum*, mais qui n'a pas les qualités du goudron provenant des bois résineux.

Dans le grand fourneau de Schwartz, 128 mètres cubes de bois, pesant en moyenne 51,000 kilog., produisent 91 mètres cubes, un peu plus de 900 hectolitres d'un charbon pesant, en supposant du bois de chêne, 11 à 13 mille kilog. ; 67 kilog. de goudron, 6,600 kilog. d'acide pyroligneux pouvant produire 511 kilog. d'acétate de chaux sec.

A Glascow, dans les cylindres horizontaux, quoique l'on ne distille que du chêne, du frêne et du hêtre, le rendement en charbon n'est que de 20 p. 100 du poids du bois ; ce mauvais résultat est dû probablement à ce que le feu est trop vif dès le commencement de l'opération et à ce que le charbon décompose une portion notable de l'eau en produisant une grande quantité d'oxyde de carbone, ce que l'on évite avec soin en France.

Le rendement en charbon est beaucoup plus considérable par la distillation que par les meules : le rapport est de 130 à 100.

L'acide pyroligneux brut que l'on obtient marque habituellement 4° à l'aréomètre de Baumé ; il est coloré en jaune plus ou moins brunâtre par le goudron qu'il contient, et que jusqu'ici l'on n'a pas pu trouver le moyen d'enlever directement. Berzelius a cependant réussi en le mêlant avec le charbon provenant de la fabrication du ferrocyanure de potassium ; nous n'avons pas réussi en répétant cet essai avec le noir animal lavé à l'acide. En fabrique on distille l'acide pyroligneux avec précaution, et de cette manière on l'obtient très-peu coloré ; sa nuance est seulement ambrée, mais il conserve encore entièrement son odeur empyreumatique. Lorsqu'on fait cette rectification sur 50 kilog. de l'acide brut, on recueille à part les 10 premiers litres du liquide distillé, qui renferment tout l'esprit de bois contenu dans cet acide ; comme il est mêlé avec une grande quantité d'eau, il faut le rectifier à plusieurs reprises.

Cependant dans les arts on se sert de l'acide dans cet état pour faire deux sels, les pyrolignites de fer et de plomb ; mais lorsqu'on veut obtenir les acétates et l'acide acétique purs et incolores, il faut dé-

truire le goudron et chasser les huiles empyreumatiques que l'acide brut contient; quelquefois on lui fait subir préalablement la distillation que nous avons indiquée, mais le plus ordinairement on s'en-dispense, et l'on sature directement à froid l'acide avec de la craie ou avec de la chaux. Pour 1 hectolitre d'acide brut il faut environ 7 kilog. de chaux vive, que l'on éteint, ou 12 kilog. de craie. On brasse fortement et souvent pour favoriser la combinaison; le dégagement d'acide carbonique fait monter à la surface une écume contenant une partie du goudron, et que l'on enlève avec des écumoires; on laisse déposer l'excès de calcaire, on décante la liqueur claire, que l'on achève de saturer en y ajoutant une petite quantité de lait de chaux, et l'on évapore à siccité en brassant continuellement; il faut bien ménager la chaleur à la fin de l'opération, car la masse se décomposerait; on torréfie légèrement sur une plaque de fonte à rebords, en remuant sans cesse pour empêcher la matière de s'y attacher: par ce moyen on décompose la plus grande partie du goudron et l'on chasse toutes les huiles empyreumatiques. Le pyrolignite de chaux est alors pulvérisé sous des maillets de bois et delayé avec six fois son poids d'eau; on brasse de temps en temps, afin d'opérer plus rapidement la dissolution, puis on laisse reposer et l'on décante la liqueur claire, à la surface de laquelle flottent ordinairement des matières charbonneuses, provenant de la décomposition du goudron, et que l'on enlève pour les laver séparément; on met une nouvelle quantité d'eau sur le résidu. A ce procédé l'on substitue avec avantage le lavage méthodique que nous avons décrit pour la soude artificielle, pour les cendres et pour les plâtras salpêtrés : on a ainsi des liqueurs plus concentrées. Après avoir décomposé par le sulfate de soude, on filtre pour séparer le sulfate de chaux; la dissolution est évaporée, et l'acétate de soude impur cristallise. Les cristaux sont souillés de goudron; on leur fait subir la fusion ignée, pendant laquelle le reste du goudron est détruit; le sel dissous dans l'eau bouillante donne des cristaux parfaitement incolores, mais retenant une petite quantité d'acétate de chaux si l'on n'a pas achevé de le précipiter par le carbonate de soude.

Pour extraire l'acide de l'acétate de soude on traite 100 parties de sel cristallisé par 36 parties d'acide sulfurique concentré, auquel on ajoute 18 parties d'eau; le sulfate de soude qui se reforme cristallise presque complétement; on décante la liqueur, que l'on distille, car elle contient non-seulement l'acide acétique, mais encore

une certaine quantité d'acétate de soude et même un peu d'acide sulfurique libre. La distillation se fait dans de grands alambics en cuivre étamé, dont le chapiteau est en porcelaine ou en argent. Si l'on opère en petit, on se sert de cornues en grès ou en verre; on conduit la distillation doucement, mais malgré les précautions le produit doit être rectifié en y ajoutant, d'après l'avis de M. Wœlckel, un peu de bichromate de potasse, qui détruit une matière donnant à l'acide une odeur et une saveur particulières et désagréables. L'acide sulfurique ne doit pas contenir la plus petite quantité d'arsenic, ce qui produirait du cacodile et rendrait l'acide vénéneux.

On peut en purifiant le pyrolignite de chaux de la manière suivante se dispenser de le transformer en acétate de soude pour obtenir l'acide acétique. On sature l'acide pyroligneux distillé au moyen de la craie; on décante la liqueur claire; à 100 litres de cette liqueur, que l'on réduit de moitié par l'évaporation, on ajoute 2 kilog. d'acide chlorhydrique d'une densité de 1,16, ou à 20° du pèse-acide : l'acide chlorhydrique dans cette proportion décompose seulement les combinaisons de la chaux avec le goudron, la créosote et les autres composées analogues; le goudron séparé de la chaux vient à la surface sous l'apparence d'une écume, que l'on enlève; la créosote et ses congénères restent dans la liqueur. Comme ils sont volatils, on les élimine, en distillant si l'on veut les recueillir, ou bien en évaporant si l'on veut les perdre. On évapore pour dessécher, avec les précautions que nous avons déjà indiquées; puis on décompose cet acétate de chaux par l'acide chlorhydrique en distillant : pour 100 kilog. du sel sec il faut 95 kilog. d'acide à 20°. Le produit doit être distillé de nouveau, en y ajoutant un peu de bichromate de potasse.

Pour obtenir l'acide acétique cristallisable, ou à un équivalent d'eau et pur, on purifie l'acétate de soude par plusieurs cristallisations, puis on le dessèche dans une bassine de fonte sans le fondre, en agitant constamment avec une spatule de fer, et on le pulvérise; on le passe au tamis; on le dessèche de nouveau pour l'introduire dans une cornue de verre tubulée, d'une capacité de six litres au moins; on en met trois kilog. On adapte à la cornue une allonge, qui pénètre dans un récipient tubulé et sec; puis on verse dans la cornue par la tubulure 9,700 grammes d'acide sulfurique que l'on a fait bouillir pour en chasser l'acide nitreux et l'eau qu'il pouvait contenir, et qu'on laisse refroidir avant de le verser : ces proportions donnent 2 équivalents d'acide sulfurique pour 1 d'acétate de soude.

On ferme immédiatement la tubulure : la décomposition de l'acétate commence vivement, par suite de la chaleur produite par la réaction, et l'acide acétique distille ; au bout de quelque temps néanmoins il est nécessaire de chauffer, mais peu à peu, sans quoi la distillation s'arrêterait.

Comme le premier acide qui distille contient plus d'eau que celui qui passe ensuite, on change le récipient lorsque le premier tiers de l'acide a distillé. Pendant la distillation il passe toujours une certaine quantité d'acide sulfurique, et même un peu de sulfate de soude ; les produits doivent être distillés de nouveau séparément si l'on a fractionné ; si l'on a tout recueilli ensemble, on fractionne en rectifiant : pour faciliter l'ébullition, il est bon de mettre dans la cornue des fragments de verre ou mieux de fil de platine : l'opération alors marche plus régulièrement, et l'on évite les soubresauts et la décomposition d'une petite portion de l'acide acétique.

Mais quoique l'on ait fait bouillir l'acide sulfurique et qu'on ait desséché l'acétate de soude, comme cette dessiccation n'est pas absolue, l'acide obtenu contient plus de 1 équivalent d'eau, et ne cristalliserait pas ; les deux derniers tiers recueillis à part sont plongés dans de la glace. L'acide acétique monohydraté cristallise ; on le fait égoutter on le fait fondre pour le congeler de nouveau, on le fait égoutter et on le liquéfie encore une fois pour procéder à une nouvelle congélation, qu'on fait encore égoutter avec soin : l'acide alors, amené au maximum de concentration, peut être considéré comme monohydraté.

Le point de fusion de cet acide est à + 17° selon M. Dumas, et à +22° selon M. Sébille-Auger. La préparation de l'acide cristallisable étant tenue secrète, M. Despretz en avait obtenu en traitant par l'acide sulfurique à 66° l'acétate de plomb parfaitement desséché : maintenant sa fabrication s'opère dans beaucoup d'usines, et son prix est extrêmement diminué, car le kilogramme, qui se vend à présent 20 fr., a valu jadis près de 100 fr.

L'acide pyroligneux et l'acide acétique sont employés concurremment pour fabriquer des pyrolignites et des acétates pour les arts qui emploient les pyrolignites de fer et de plomb, les acétates d'alumine, de manganèse, de plomb et de cuivre. Les acétates d'alumine, de manganèse, de plomb sont employés en teinture, ainsi que les pyrolignites de fer et de plomb.

Pour la fabrication du pyrolignite de fer on employait autrefois l'acide pyroligneux brut, mais maintenant on lui fait subir une

distillation, qui le débarrasse de la plus grande partie du goudron et le rend beaucoup plus convenable pour la teinture; on s'en sert aussi pour obtenir le pyrolignite de plomb. Le pyrolignite de fer est toujours un mélange de sel de proto et de sesquioxyde.

L'acétate d'alumine, très-souvent employé comme mordant, s'obtient toujours par double décomposition en traitant l'acétate de chaux ou mieux l'acétate de plomb par le sulfate d'alumine; le sulfate de chaux n'étant pas tout à fait insoluble, il en reste toujours une petite quantité avec l'acétate d'alumine, ce qui nuit à certaines teintures; le sulfate de plomb, beaucoup plus insoluble, donne un produit plus pur.

L'acétate de manganèse est également employé en teinture, mais assez rarement; on l'obtient au moyen de l'acétate de chaux et du sulfate de manganèse provenant de la préparation du chlore par le manganèse, le sel marin et l'acide sulfurique.

Nous avons décrit dans le volume précédent les acétates de plomb et de cuivre; nous ajouterons que le pyrolignite de plomb ne cristallise que difficilement; on l'obtient en une masse amorphe, d'un jaune un peu brunâtre, en traitant la litharge en poudre fine par un petit excès d'acide pyroligneux distillé; on filtre ou l'on décante la dissolution, que l'on concentre dans des chaudières de fonte émaillées intérieurement. Souvent on prépare de l'acétate de chaux avec l'acide distillé, en y ajoutant un excès de chaux éteinte et tamisée; on agite de temps en temps; la liqueur est exposée à l'air, qui oxyde les matières goudronneuses. L'excès de chaux les entraîne en grande partie en se précipitant; on décante la liqueur claire; on met le dépôt sur une toile pour le faire égoutter, puis on le lave; on réunit tous les liquides, que l'on fait bouillir en y ajoutant de temps en temps un peu d'une dissolution de chlorure de chaux jusqu'à ce que ces additions ne produisent plus d'effet décolorant; on évapore alors à siccité. L'acétate de chaux est réduit en poudre et traité par les deux tiers de son poids d'acide sulfurique à 66°, auquel on ajoute son volume d'eau : on pourrait ajouter plus d'eau à l'acide, mais alors le sulfate de chaux se précipiterait moins facilement; il vaut mieux ajouter une nouvelle quantité d'eau lorsque la réaction est achevée. On laisse déposer, on décante la liqueur claire, que l'on fait chauffer avec de la litharge en poudre fine, que l'on met en quantité telle qu'il reste un léger excès d'acide acétique. L'acétate de plomb est mêlé avec un peu de chlorure de ce métal, qui se sépare pendant le refroidissement; on décante, on filtre le reste de

la liqueur, et l'on concentre. On obtient de cette manière de l'acétate de plomb en cristaux un peu jaunâtres, mais qui cependant peuvent être employés pour la plupart des usages de la teinture et surtout pour faire l'acétate d'alumine.

Dans la fabrication de l'acétate de plomb, les litharges ne se dissolvent pas entièrement; le résidu est un mélange de substances terreuses, d'un peu d'oxyde de plomb et de l'argent que les litharges contiennent toujours en très-petite quantité. Ces résidus sont traités pour argent; quand les litharges contiennent de l'oxyde de cuivre, l'acétate est un peu coloré en bleu; on traite alors la dissolution par des lames minces de plomb coulées et non laminées, pour précipiter le cuivre. Lorsque la quantité de sel de cuivre est très-faible, quelques fabricants le laissent pour donner aux cristaux d'acétate de plomb une nuance azurée, qui corrige la teinte jaune que les cristaux ont quelquefois. Il faut éviter la présence de l'acétate basique de plomb, qui nuit à la cristallisation.

Les acétates de cuivre se fabriquent en grand pour les besoins de l'industrie : l'acétate neutre cristallise facilement en prismes rhomboïdaux d'un bleu verdâtre, que l'on désigne souvent par le nom de *cristaux de Vénus*. On s'en sert dans les pharmacies pour obtenir le *vinaigre radical*, en distillant ce sel après l'avoir desséché : ce vinaigre contient toujours une certaine quantité d'acétone. La nature des produits et leurs proportions relatives varient d'ailleurs selon qu'on a conduit l'opération plus ou moins vite.

Lorsqu'on distille lentement dans une cornue de verre chauffée au bain de sable, on voit se former des houppes blanches cristallines, qui se condensent à la partie supérieure et à la naissance du col de la cornue; ce produit est de l'acétate d'oxydule de cuivre, sel qui quand on le traite par l'eau se décompose en cuivre métallique et en acétate de protoxyde. 100 parties d'acétate de cuivre donnent ainsi :

Cuivre divisé mêlé de charbon.	31,2
Acétate d'oxydule de cuivre.	8,8
Acide acétique mêlé d'acétone.	48,2
Gaz et perte.	11,8
	100,0

Dans cette distillation on obtient moins d'acétate d'oxydule si l'on chauffe brusquement, et plus d'acétone lorsqu'on opère à une température élevée. Les produits liquides contiennent toujours un

peu d'acétate de cuivre, qui est entraîné par les vapeurs : aussi doit-il être rectifié; si le sel n'a pas été préalablement desséché, les premières parties de liquide distillées ne sont que de l'eau; l'acétone paraît à la fin de l'opération pendant laquelle la température est plus forte.

En rectifiant cet acide l'acétone distille en premier; cependant on ne peut pas l'isoler entièrement si ce n'est en répétant d'assez nombreuses distillations fractionnées. Dans la pratique on n'opère pas cette séparation ; c'est pourquoi le vinaigre radical est rectifié seulement pour séparer l'acétate de cuivre : ce vinaigre n'est d'ailleurs employé que par les pharmaciens.

La fabrication des acétates de cuivre, qui ne se faisait autrefois qu'en Hollande, se fait depuis assez longtemps à Montpellier et à Grenoble. On obtient d'abord le *verdet gris* ou *vert-de-gris*. Il y a trois procédés suivis. A Montpellier on fait des couches alternatives de marc de raisin et de lames de cuivre qui ont été préalablement humectées d'une dissolution de verdet gris : les couches inférieure et supérieure sont faites avec le marc; ces sortes de meules sont disposées dans un atelier dallé. On laisse agir pendant quinze ou vingt jours, puis on défait la meule, on humecte les lames de cuivre avec un peu d'eau pour les exposer à l'air pendant un mois; le cuivre se recouvre alors d'une couche d'acétate basique en houppes soyeuses, que l'on détache pour reformer la couche et recommencer ainsi jusqu'à ce que les lames soient entièrement transformées en sous-acétate, que l'on renferme dans des sacs; on presse pour mouler en cubes. En Suède on agit d'une manière analogue : on remplace le marc dans lequel se forme le vinaigre par du drap humecté de vinaigre. A Grenoble on humecte de temps en temps les lames de cuivre avec du vinaigre, et on laisse exposé à l'air.

C'est au moyen du verdet gris que l'on prépare l'acétate neutre ou les cristaux de Vénus : on traite le verdet par le double de son poids de fort vinaigre distillé, en agitant souvent avec une spatule de bois jusqu'à ce que la couleur du liquide n'augmente plus d'intensité ; on cesse alors de chauffer et de remuer, on laisse déposer l'excès de verdet gris, et l'on décante la liqueur claire; on la fait évaporer jusqu'à pellicule, on verse dans des cristallisoirs en bois, et l'on plonge dans la liqueur des baguettes de bois autour desquelles le sel vient cristalliser.

Le dépôt resté dans la chaudière est chauffé avec une nouvelle quantité de vinaigre, et l'on y ajoute au besoin du sous-acétate de

cuivre pour recommencer indéfiniment l'opération de la même manière.

On peut aussi obtenir les acétates au moyen des vinaigres provenant du vin, de la bière, du cidre ou des alcools de grains; nous ne parlerons de la fabrication de ces vinaigres qu'après avoir parlé de celle des liquides alcooliques d'où ils dérivent.

NOUVELLES APPLICATION DU BOIS.

On a essayé plusieurs applications industrielles du bois à l'état de sciure; ainsi la sciure tamisée a été employée pour saupoudrer les moules dans lesquels on coule le bronze, et cela de préférence au poussier de charbon, qui présente de graves inconvénients pour la santé des ouvriers. Toutes les essences de bois ne sont pas également bonnes : le bois de charme passe pour être préférable aux autres pour cet usage, mais la fécule donne de meilleurs résultats.

La sciure de bois blanc convenablement épurée peut être transformée en glucose : ce résultat, obtenu d'abord par Braconnot, était resté sans application; M. Tribouillet a pensé qu'il serait possible de rendre l'opération assez économique pour être entreprise en tirant parti de la grande quantité d'acide sulfurique qui sert à la réaction, et qui étant perdue lorsqu'on le sature par la craie augmente alors de beaucoup trop le prix de revient. La réaction doit s'exercer d'abord à froid, pour désagréger la cellulose et la transformer en dextrine, puis en chauffant par la vapeur à + 100° on transforme à son tour la dextrine en glucose : pour 100 de cellulose il faut employer l'équivalent de 110 d'acide sulfurique concentré en acide à 2 équivalents, ou à 45 pour 100 d'eau.

Dans ce but M. Tribouillet a essayé de décomposer par son moyen, et à chaud, le savon de chaux préparé pour la fabrication de l'acide stéarique : l'acide sulfurique s'emparait de la chaux, le sulfate se déposait, les acides gras fondus venaient à la surface, et le glucose restait en dissolution dans l'eau, mais il s'y trouvait mélangé avec la glycérine, dont il était très-difficile de le séparer. Dans cette opération il se présente quelques inconvénients, résultant de la nature mucilagineuse des dissolutions acides, etc.; de sorte que l'on n'obtient pas plus de 12 d'alcool pour 100 de sciure. M. Pelouze, qui a repris ce travail, pense qu'il a résolu complétement le problème : on serait très-heureux de voir réussir cette industrie, dans laquelle la sciure de bois, inutile, remplacerait la fécule.

M. Latry a fondé à Grenelle une nouvelle industrie qui utilise la sciure du bois de palissandre en formant une masse si fortement agglomérée qu'on peut la tourner, la sculpter, et même la mouler en produisant des reliefs dont les arêtes sont parfaitement nettes : on moule la matière en cubes ou en parallélipipèdes, que l'on peut scier en plaques assez minces pour faire de la marqueterie, ou en lames pour plaquer, ou en tringles. Cette agglomération s'obtient en mêlant la sciure de palissandre tamisée avec 15 pour 100 de son poids de sang liquide : le mélange est étendu sur des cadres et placé dans une étuve où l'on fait passer un courant d'air chauffé + 45°, qui le dessèche et le laisse à l'état pulvérulent.

Quand la dessiccation est achevée, la poudre qui en résulte est introduite dans un cadre solide, en fonte, très-épais, dans les parois duquel on a pratiqué des trous cylindriques dans toutes les faces, inférieure, supérieure et latérales; ces trous sont destinés à recevoir des boulons de 80 centimètres de long et de 6 centimètres de diamètre.

Si l'objet que l'on veut obtenir doit présenter des dessins en relief, on place le moule en bronze qui doit les produire au fond du cadre, et l'on introduit une petite quantité de la matière que l'on recharge à une ou à deux reprises après chaque pression, qui doit à la fin être de 600,000 kilog. Lorsque le chargement est complet on introduit dans les trous des parois des boulons de même diamètre à peu près et un peu plus longs, préalablement chauffés au rouge. Au bout d'une demi-heure la matière est à la température convenable, qui doit être de + 175°, et c'est à ce moment qu'on exerce le maximum de pression pendant cinq minutes. Le produit obtenu a pris une cohésion aussi grande que celle du bois d'ébène, dont il a la densité, qui est de 1,3, tandis que celle du palissandre dont provient la sciure n'est que de 0,8.

M. Payen qui a examiné la sciure de palissandre y a trouvé 35,5 pour 100 d'une résine, à laquelle il pense qu'est due presque exclusivement la cohésion si forte de la matière pressée ; il serait donc possible d'après cela d'économiser la perte du temps employé à la dessiccation de la sciure mêlée de sang et le sang lui-même.

Cette industrie si simple fait ainsi obtenir d'une matière perdue jusqu'ici un produit qui non-seulement peut être moulé, comme nous l'avons vu, mais encore être employé au tour et sculpté de manière à en faire toutes sortes d'ustensiles, au lieu de se servir d'ébène, d'ivoire, d'or, etc.

BLANCHIMENT DE LA CELLULOSE.

Les fibres végétales textiles retirées du chanvre, du lin, du coton, etc., et qui servent à fabriquer les fils et les toiles, sont composées en très-grande partie de cellulose. Les opérations auxquelles on les soumet pour les blanchir ont pour effet d'enlever les substances étrangères, comme la matière incrustante et les principes colorants, dont le rouissage n'a pas pu les débarrasser.

Les opérations nombreuses que l'on pratique pour blanchir les fils et les toiles doivent amener ce résultat sans détruire la texture et la solidité des fibres, qui ne sont pas toutes également difficiles à blanchir : le *phormium tenax* paraît être le plus réfractaire aux agents que l'on emploie successivement; le coton, au contraire, qui est de la cellulose presque pure, est blanchi beaucoup plus rapidement.

Le blanchiment des toiles s'opérait depuis un temps immémorial au moyen du lavage, de l'exposition à l'air humide et de l'action de la lumière en les étendant sur des prés : ce mode d'opérer fut plus tard modifié, en substituant à l'eau seule des dissolutions alcalines faibles, puis des rinçages à l'eau et l'étendage.

Ce procédé, qui donne toujours de bons résultats et qui laisse aux étoffes toute leur solidité, a l'inconvénient de demander beaucoup de temps et d'exiger des surfaces considérables de terrain pour l'étendage; pour les toiles de chanvre et celles de lin l'opération durait quelquefois cinq ou six mois, un peu moins pour celle de coton. En employant, d'après le conseil de Bertholet, des lessives faibles à plusieurs reprises et alternativement du chlore en très-petite quantité, tout en opérant principalement au moyen de l'étendage sur le pré, en ayant soin de rincer parfaitement après chaque emploi des lessives ou du chlore, l'opération s'achève en deux mois environ ; c'est encore ainsi qu'on agit dans les campagnes : on obtient de cette manière un très-beau blanc, et les étoffes ne sont pas brûlées.

Dans les fabriques le blanchiment doit se faire en beaucoup moins de temps ; mais la rapidité de l'opération est très-souvent obtenue aux dépens de la solidité des étoffes, qui quelquefois sont brûlées, parce qu'on emploie des lessives alcalines ou des bains de chlore trop forts, ou enfin parce qu'après avoir passé les pièces à l'acide elles n'ont pas été suffisamment lavées pour enlever com-

plétement ces divers agents, qui quand les toiles sont séchées en altèrent les fibres.

Les lessives alcalines détruisent les fibres non-seulement quand elles sont trop fortes, mais aussi lorsqu'elles sont trop chauffées; or, comme dans les usines on opère toujours sur une très-grande quantité de pièces à la fois, il faut que les appareils soient disposés de manière à ce que la température soit également répartie, car sans cela certaines parties seraient trop chauffées et par suite altérées, lorsque d'autres, qui seraient encore froides, n'auraient éprouvé aucune action de la lessive sur la matière colorante résineuse qui se trouve dans les fibres.

L'emploi du chlore demande également une grande attention, sans quoi les fibres sont tellement détruites qu'elles finissent par disparaître, soit parce que l'on se sert de liqueurs trop chargées, soit parce que l'on élève trop la température : ainsi, M. Payen ayant mis des toiles de chanvre, de lin, de coton dans une dissolution de chlorure de chaux, qu'il avait portée à la température de + 60° c., vit les toiles se désagréger rapidement, puis disparaître pendant qu'il se dégageait de l'acide carbonique.

Les toiles qui doivent être teintes nécessitent un blanchiment plus parfait que les autres : il faut en effet qu'elles ne contiennent plus aucune des matières étrangères que retenait le tissu ni de celles qui proviennent des agents employés pour le blanchiment, lesquelles pourraient altérer les couleurs.

HUMECTAGE.

Les toiles doivent d'abord être humectées uniformément; cette opération ne se fait pas aussi facilement qu'on pourrait le croire au premier aperçu, car les fibres écrues contiennent une matière résineuse qui offre une certaine résistance à la pénétration de l'eau et peut rendre le trempage inégal : cette matière n'est pas soluble à froid dans l'eau ; elle l'èst un peu dans l'eau bouillante, et se dissout facilement dans les lessives alcalines.

TREMPAGE.

Les toiles humectées sont soumises au trempage dans de l'eau, à laquelle on ajoute souvent du son, et que l'on maintient à une température de + 25° environ; l'addition du son facilite une fermentation par suite de laquelle on détruit le gluten de la farine déposée

sur la chaîne par le tisserand, qui constitue ce qu'il nomme *parou*, et en même temps l'amidon, transformé en dextrine ou en sucre, se dissout et même se transforme en partie en alcool. La durée de cette macération varie beaucoup; quelques fabricants ne la font durer que six heures, tandis que d'autres la continuent pendant deux jours, ce qui est un peu trop long. L'addition du son ne présente aucun inconvénient; cet ingrédient est même indispensable quand, au lieu de farine, les tisserands ont employé de l'amidon.

RINÇAGE.

Lorsque la macération est terminée, les pièces sont lavées à grande eau, au moyen de dispositions diverses, soit avec les foulons à trous, soit avec des cylindres à battes. Ces instruments rincent très-bien le linge, mais les toiles peuvent en éprouver quelquefois des avaries; aussi dans la plupart des grands établissements ont-ils été remplacés par un autre système, que l'on nomme *dash weells*.

Les dash weells sont des roues (*fig.* 584) en tambour AB, dont le

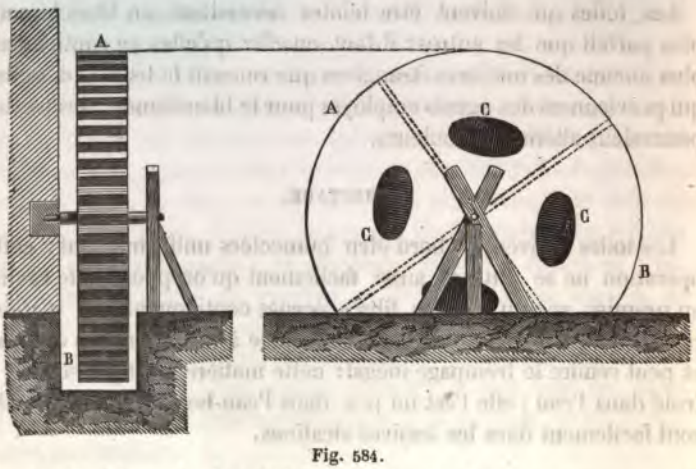


Fig. 584.

tour est à claire-voie; les côtés sont pleins, sauf quatre ouvertures C, par lesquelles on introduit les toiles dans les quatre compartiments du tambour, qui plonge de 25 centimètres dans un courant d'eau ou, à son défaut, dans une auge dont il faut renouveler l'eau de temps en temps.

Quand le tambour est chargé on le met en mouvement sur son

axe au moyen d'une transmission; les pièces de toile ainsi ballottées roulent les unes sur les autres dans chaque compartiment, et se pressent mutuellement et alternativement sans éprouver les inconvénients des foulons.

LESSIVAGE.

Le lessivage a pour but d'enlever l'huile qui vient des machines et la graisse dont le tisserand se sert pour faciliter le mouvement de la chaîne entre les dents du peigne ; les lessives doivent toujours être très-faibles, pour ne dissoudre que lentement la substance résineuse renfermée dans les cellules des fibres. Si l'on voulait agir rapidement, au moyen de lessives un peu fortes, ces cellules seraient déchirées et les fibres n'auraient plus de ténacité ; c'est pourquoi l'on doit n'employer que des lessives dans lesquelles pour 100 litres d'eau la quantité de sel de soude est de 1 kilogr. 333 grammes avec 666 grammes de chaux.

De quelque mode de lessivage que l'on se serve, il faut toujours que la chaleur soit portée aussi vite que possible au degré nécessaire, qu'elle soit répartie également et que les contacts entre les toiles et les lessives soient constamment renouvelés sans que la température s'abaisse.

Le système le meilleur est celui dans lequel le lessivage se fait spontanément par la disposition suivante, qui est fort simple lorsque l'opération ne se fait pas sur une grande échelle. L'appareil consiste en une chaudière de tôle A (*fig.* 585) plombée intérieurement ; un cuvier B s'emboîte exactement dans la chaudière, dont le centre est percé d'un trou par lequel passe un tube C qui plonge dans la lessive, et dont la partie supérieure est terminée par un entonnoir recouvert d'un disque D, qui rabat la lessive et s'élève au-

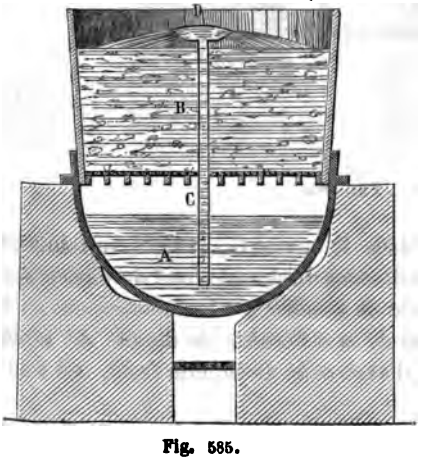


Fig. 585.

dessus du niveau des toiles. Le fond du cuvier est percé d'un grand nombre de trous également espacés, par lesquels le liquide retombe dans la chaudière après avoir traversé la toile. La chaudière peut être chauffée à feu nu ou à la vapeur; mais dans ce dernier mode d'opérer les lessives finissent par devenir trop faibles.

La pression qu'exerce la vapeur, qui ne peut s'échapper à travers les toiles, fait monter l'eau dans le tube; elle se divise par les trous de la pomme, et se répand uniformément sur les toiles, qu'elle traverse pour retomber dans la cuve.

Cette disposition si simple, qu'on nomme appareil à jet continu, occupe peu de place; c'est peut-être la plus commode pour les petits établissements: aussi est-elle employée pour le lessivage dans les ménages et les campagnes.

On a beaucoup fait varier les appareils à lessivage; dans ceux que l'on nomme à circulation continue, la disposition est la même que celle qui est employée pour chauffer les bains, les serres, etc. L'eau chaude passe par un tuyau B (*fig.* 586) de la partie supé-

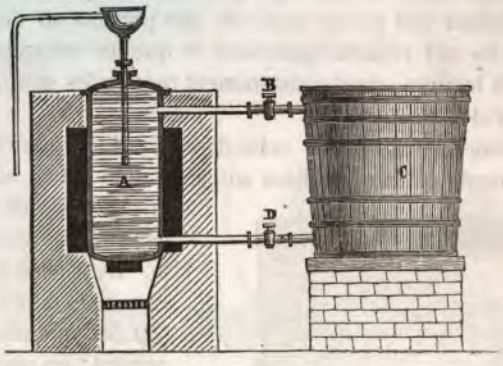


Fig. 586.

rieure de la bouillotte A dans le cuvier C, revient refroidie par un autre tuyau D, situé au-dessous du double fond du cuvier, et se rend à la partie inférieure de la bouillotte : le déplacement ou la circulation continue dépend de la différence de densité du liquide chaud, qui tend à monter, d'avec celle du liquide froid, qui tend à descendre.

L'appareil peut être à double effet, comme dans le système de

M. Dolfus-Mieg, ainsi que le représente la *figure* 587. Lorsque

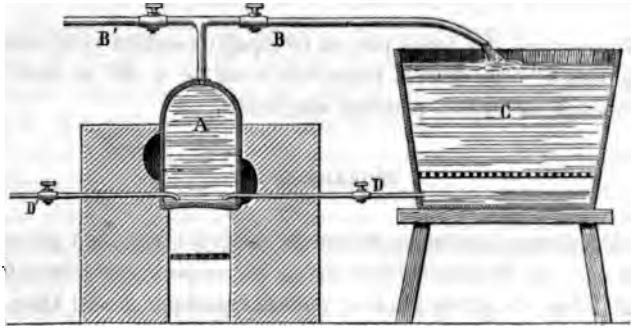


Fig. 587.

l'opération est terminée dans le cuvier C, on ferme le robinet du tuyau B et le robinet du tuyau D; on renouvelle la lessive, et l'on ouvre le robinet du tuyau B', qui communique avec un autre cuvier, dont la lessive, après avoir passé sous le double fond, revient dans la bouillotte A par le tuyau D', dont on ouvre le robinet.

On ne procède pas de la même manière dans les différentes usines: ainsi, dans quelques-unes on commence par un lessivage à la chaux pendant douze heures, puis on nettoie aussi parfaitement que possible; mais quelque soin que l'on y mette, il reste toujours plus ou moins de chaux, qui forme un savon insoluble, que l'on ne peut jamais enlever tout à fait, et qui nuit certainement lorsque les toiles doivent être teintes.

L'emploi de la chaux a cependant l'avantage de diminuer la dépense en soude, et l'on peut s'en servir sans inconvénient lorsque les pièces ne doivent pas être teintes; mais dans tous les cas on pourrait enlever la chaux complétement par un bain dans une eau contenant un très-léger excès d'acide chlorhydrique suivi d'un lavage, qui serait plus facile et plus prompt que celui qui est nécessaire sans cette addition.

Quel que soit le mode de blanchiment que l'on suive, les toiles doivent être trempées et foulées préalablement, puis on procède au dégraissage par des lessives successives, toujours très-faibles. Nous allons donner l'explication de plusieurs des procédés de blanchiment suivis dans diverses fabriques.

TREMPAGE.

1° Humectage des toiles par un trempage pendant vingt-quatre heures dans de l'eau dont la température est de + 25° au moins.

2° Passage au foulon, pendant une heure.

DÉGRAISSAGE.

Le dégraissage s'opère au moyen des lessives : pour 325 pièces de calicot écru de 80 mètres en moyenne on emploie une lessive faite avec 20 kilog. de sel de soude et rendue caustique par 10 kilog. de chaux et 1,500 litres d'eau ; on chauffe à la vapeur pendant vingt-quatre heures ou l'on traite à l'aide des appareils à affusion spontanée ou à circulation.

On nettoie ensuite au foulon, puis l'on procède à un second lessivage avec les mêmes quantités, et l'on nettoie de même au foulon ; on fait un troisième, un quatrième et même un cinquième lessivage, et à la suite de chacun d'eux on nettoie au foulon.

BLANCHIMENT.

Les pièces après avoir été parfaitement nettoyées sont passées au chlore liquide ou au chlorure de chaux ; on met 15 litres d'une dissolution de chlorure à 8° de l'aréomètre de Baumé pour 1,500 litres d'eau, c'est-à-dire 1 pour 100. L'immersion dans le chlore dure 45 minutes, on passe ensuite à l'acide chlorhydrique, puis on lave parfaitement au foulon, et l'on met sur le pré pendant quatorze ou quinze jours.

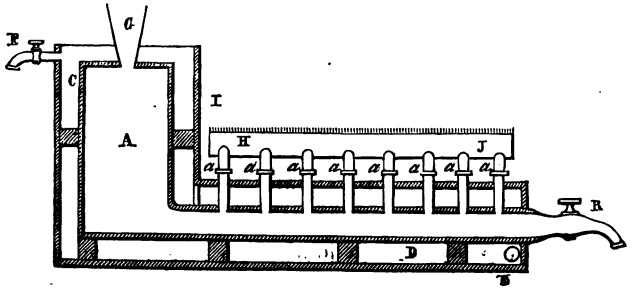
Au bout de ce temps on lessive de nouveau, de la même manière qu'avant le passage au chlore, on lave au foulon, puis on passe au chlore comme la première fois, ensuite à l'acide chlorhydrique ; on foule encore de manière à ne laisser dans la toile aucune trace d'acide.

Dans quelques usines on se sert d'acide sulfurique ; on prétend qu'il donne un blanc plus beau que l'acide chlorhydrique : cet effet peut être dû au sulfate de chaux qui se produit et s'interpose entre les fibres, ce sulfate artificiel, qui est nacré, communiquerait son éclat aux toiles.

Les pièces parfaitement lavées sont séchées et *flambées*, opéra-

tion qui a pour but de brûler les fibres déliées qui ressortent des fils et rendent la toile pelucheuse : ce flambage se fait à l'alcool ou au gaz. L'appareil qui sert au flambage est le même pour les deux systèmes. Quant au mode de passage des toiles, elles sont entraînées avec une vitesse de 1 mètre par seconde par deux paires de cylindres en bois recouverts de futaine. Comme le duvet pourrait être adhérent aux étoffes avant de passer au-dessus de la ligne de flamme qu'elles doivent traverser, ce duvet est relevé par des brosses placées en regard et entre lesquelles passent les étoffes, que des frottoirs en laine compriment après leur passage sur la flamme pour éteindre le feu qui pourrait y rester.

Quand on se sert de l'alcool, le réservoir AB (*fig.* 588) de ce li-



(Fig. 588.)

quide est placé dans un réfrigérant C D dans lequel circule sans interruption un courant d'eau froide entrant à la partie inférieure par un tuyau qui pénètre en E et sortant par le trop-plein F ; on charge l'alcool au moyen de l'entonnoir G. Le réservoir d'alcool porte à sa partie supérieure des tubes *a*, *a*, *a*, qui s'introduisent dans le tuyau H J, qui sert de fourneau ; les mèches en asbeste passent à travers des trous pratiqués dans une feuille mince en argent.

Lorsque ces opérations sont terminées et que l'on a éteint la flamme, on retire l'alcool du réservoir A B par le robinet R.

Pour le grillage au gaz, les réservoirs d'alcool sont remplacés par une paire de tuyaux à la partie supérieure desquels on a percé plusieurs rangs de petits trous d'un bout à l'autre et disposés en ligne droite, la flamme du gaz après avoir traversé la toile pénètre dans des tubes placés au-dessus des tuyaux flambeurs et parallèlement à ces tuyaux ; à cet effet une large fente est pratiquée au-dessus pour correspondre à la ligne de la flamme ; pour faciliter son entrée, ces tuyaux sont adaptés à un système de tubes au moyen desquels on

fait une forte aspiration par un appareil pneumatique; la flamme, obéissant à cet appel, ne vacille pas et ne laisse aucune crainte de feu; l'étoffe est d'ailleurs conduite de la même manière qu'avec l'appareil à l'alcool.

Dans quelques usines le blanchiment se fait de la même manière, mais en faisant subir d'abord aux toiles une fermentation par l'addition de son; les toiles doivent être submergées, et la température doit être de +25° environ. Cette opération dure deux jours en été, et peut durer de trois à cinq, selon que la température est plus basse; la plupart des fabricants la condamnent, parce qu'elle altère souvent les fibres.

PROCÉDÉ GRÉAN.

Les toiles après avoir été trempées subissent la série suivante d'opérations :

DÉGRAISSAGE.

1° Immersion pendant deux jours dans une lessive de soude caustique à 2° alcalimétriques, qu'on obtient en dissolvant 200 grammes de soude pure par hectolitre d'eau ou 335 grammes de soude à 60°.

2° Foulage et lavage.

3° Lessivage pendant vingt-quatre heures au moyen d'une lessive de soude caustique à 12° alcalimétriques.

4° Foulage et lavage.

5° Immersion pendant une demi-heure dans une eau acide formée en ajoutant un demi-litre d'acide chlorhydrique concentré par hectolitre d'eau.

6° Foulage et lavage.

7° Lessivage pendant vingt-quatre heures avec une lessive à 9° alcalimétriques.

8° Foulage et lavage.

9° Traitement par l'acide du n° 5.

10° Foulage et lavage.

11° Lessivage pendant douze heures avec une lessive à 6° alcalimétriques.

BLANCHIMENT.

12° Immersion pendant trois heures dans le bain de chlorure de chaux à $1\frac{1}{2}$° chlorométrique ; lavage.

13° Immersion pendant trois heures dans un bain de chlorure de chaux à 1° chlorométrique ; lavage.

14° Immersion pendant quatre heures dans une lessive chaude de soude caustique à 4° alcalimétriques ; lavage.

15° Immersion dans l'eau acide, comme au n° 5 ; foulage et lavage.

16° Immersion pendant trois heures dans un bain de chlorure de chaux à $\frac{3}{4}$° chlorométrique.

17° Moulinage dans un bain contenant 1 litre d'acide chlorhydrique concentré pour 300 litres d'eau.

18° Enfin foulage et lavage parfait.

PROCÉDÉ DIT AMÉRICAIN.

DÉGRAISSAGE.

1° Lessivage à la chaux pendant vingt heures. Pour 1,000 mètres de toile écrue d'une largeur de $\frac{3}{4}$ on prend 30 kilog. de chaux, et au lieu d'eau le résidu de la lessive n° 3.

2° Lavage, dégorgeage.

3° Lessivage pareil au n° 1.

4° Lavage, dégorgeage.

5° Immersion à douce chaleur dans une eau acidulée par l'acide sulfurique marquant 1° à l'aréomètre de Baumé.

6° Lavage et dégorgeage.

7° Lessivage au moyen du résidu de la lessive n° 12, auquel on ajoute 1 kilog. de carbonate de soude.

8° Lavage, dégorgeage.

BLANCHISSAGE.

9° Immersion pendant cinq heures dans une dissolution de chlorure de chaux, assez faible pour qu'elle ne marque pas à l'aréomètre et que l'acide sulfurique n'en dégage pas de chlore.

10° Immersion dans une dissolution d'acide chlorhydrique à 2° Baumé.

11° Lavage, dégorgeage.

12° Lessivage pendant vingt-quatre heures au moyen d'une lessive composée de 4 ½ kilogr. de carbonate de soude pour 3 ½ hectolitres d'eau.

13° Lessivage et dégorgeage.

14° Immersion dans une dissolution de chlorure de chaux pareille au n° 9.

15° Immersion dans l'acide chlorhydrique à 2° Baumé.

16° Lavage et dégorgeage parfaits.

Comme il arrive souvent que malgré les lavages il reste du chlore ou de l'acide, nous avons essayé l'immersion dans une eau ammoniacale à 1° pendant quatre heures après le lavage qui termine les opérations, et à fouler et à laver ensuite : non-seulement les toiles n'ont plus été brûlées, mais encore le blanc était plus beau.

Les toiles qui ne doivent pas être teintes reçoivent un apprêt dont la composition varie; cet apprêt a pour but de donner à la toile plus d'éclat, plus de corps, et de remplir les vides d'une toile à larges mailles. L'apprêt le plus général est composé d'amidon de froment, d'alun et d'un peu de sulfate d'indigo : ce dernier est seulement pour azurer la toile, que l'on pétrit fortement avec l'empois provenant de ce mélange ; et quand elle en est également imprégnée on passe la pièce entre deux cylindres en fonte, afin d'enlever l'excès d'empois; on tend ensuite la toile sur un métier pour l'exposer au courant d'air chaud d'un ventilateur ; lorsque la pièce est sèche , on la plie et on la met en presse.

Cet apprêt donne de la roideur à la toile; quand on veut qu'elle conserve de la souplesse on se sert de gomme ou de gommeline (qui est la dextrine), ou bien de l'empois fait avec l'amidon de marrons d'Inde.

On prépare quelquefois un mélange d'empois et de terre de pipe, ou mieux de kaolin; mélange qui appliqué comme l'empois bouche les pores de la toile et lui donne un éclat très-beau, surtout quand on s'est servi de kaolin; mais le premier lavage enlève cet éclat, et les mailles reparaissent aussitôt.

FABRICATION DU PAPIER.

La fabrication du papier, presque récente en Europe, était pratiquée en Chine dès les premières années de notre ère, et main-

tenant encore cette opération industrielle est plus avancée en ce pays, où l'on sait tirer un parti avantageux d'un grand nombre de substances qui sont ou inconnues ou seulement à l'étude chez nous.

En Chine on fabrique du papier avec les écorces du bambou, du mûrier et avec celles de plusieurs autres arbres : c'est de la partie intérieure de ces écorces qu'on se sert. On fait du papier avec du coton, avec du chanvre, avec la paille du froment; on en fait même avec la tige entière des bambous, dont on enlève l'écorce verte et qu'on fend ensuite en lames droites qui ont une longueur d'un peu plus de deux mètres. On fait rouir ces lames pendant une quinzaine de jours dans un étang bourbeux, on les lave dans une eau courante claire, on les étend dans un fossé sec et on les recouvre de chaux; on laisse la chaux agir pendant cinq ou six jours, puis on retire ces lames, qu'on lave parfaitement; on les réduit en fils, et on les fait blanchir et sécher au soleil.

Quand le blanchiment est terminé, les lames de bambou sont placées dans de grandes chaudières, où on les fait bouillir avec de l'eau claire; après quoi on les pile dans des mortiers, pour les réduire en pâte fluide.

Dans la province de *Hu-Quang*, on fait du papier avec l'écorce intérieure d'un arbre qui est nommé *ku-chu*, qui se pèle facilement en longues courroies comme des rubans, dont les feuilles sont semblables à celles du mûrier, et dont le fruit, qui a l'apparence d'une figue, ressemble surtout à celui de l'*andrachne*, espèce d'arbousier. Le *ku-chu* croît sur les montagnes, dans les sols pierreux, et par conséquent pourrait être facilement naturalisé dans diverses parties de l'Europe et du nord de l'Afrique. On utiliserait ainsi des terrains souvent entièrement perdus pour la culture, et l'on pourrait produire une abontante matière première pour nos fabriques de papier, qui ont tant de peine à se procurer les éléments de leur travail. C'est l'écorce de cet arbre qui sert en Chine à fabriquer la plus grande partie du papier, dont on fait une consommation proportionnellement plus forte peut-être qu'en Europe.

Enfin, dans ce même pays on emploie également l'écorce intérieure d'une plante sarmenteuse qui produit des ceps longs et minces comme ceux de la vigne, qui pousse également sur les montagnes, dans les lieux déserts, et dont les branches rampent sur la terre. Cette plante, appelée *hou-tong*, porte aussi le nom de *ko-tong*, parce qu'elle produit de petits pois aigres, d'un vert blanchâtre, que l'on peut manger.

Il serait donc aussi avantageux de naturaliser ce végétal que le huquang, car, outre la matière propre à faire le papier, il donne un légume qui peut être utilisé pour les hommes et les volailles.

On se sert encore de l'écorce intérieure de l'orme.

Les auteurs chinois disent que pour fabriquer le papier avec le hou-tong l'on procède de la manière suivante. On fait tremper les branches pendant quatre ou cinq jours dans l'eau ; il en sort un suc onctueux, ressemblant à de la gomme ou à de la glu ; on recueille cette substance, on la mêle ensuite à une pâte que l'on fait avec les sarments, en ayant soin de n'en mettre ni trop ni peu. Quand le mélange a été battu jusqu'à ce qu'il soit devenu homogène et suffisamment épais, on le fait couler dans de grands réservoirs carrés en maçonnerie, construits avec un ciment imperméable à l'eau, lesquels ont de 1 mètre à 1 mètre 20 centimètres de profondeur.

En Chine le papier est fabriqué à la forme ; les cadres sont faciles à démonter, et peuvent être agrandis ou diminués à volonté ; ils sont faits avec des fils de bambou, tirés aussi fins que le fil d'archal, et qu'on fait bouillir dans de l'huile jusqu'à ce qu'ils en soient parfaitement imprégnés.

On fabrique ainsi des feuilles très-grandes ; pour cela les cadres sont soutenus par des cordons, élevés ou abaissés au moyen de poulies.

Les feuilles enlevées de dessus les cadres sont placées dans des étuves en maçonnerie, dont les murs sont parfaitement blancs et dans lesquelles on fait arriver par un tuyau l'air chaud d'un fourneau situé à leur partie inférieure ; à la partie supérieure se trouve une cheminée d'appel, qui favorise le tirage ; la dessiccation des feuilles s'y achève en quelques instants.

Les Chinois collent le papier en plongeant chaque feuille dans une dissolution d'alun, qu'ils nomment *fan*, dans de l'eau chargée d'une petite quantité de colle de gélatine : on en met 180 grammes environ dans 10 à 12 litres d'eau ; ils calcinent l'alun avant de le dissoudre.

Ils enduisent souvent le papier d'une poudre de talc bien blanc et réduit en poudre impalpable. Pour préparer le talc, on le fait bouillir pendant quatre heures avec de l'eau, et on l'y laisse pendant deux jours ; on le renferme ensuite dans des sacs de toile, et on le bat avec un maillet pour le mettre en fragments, puis on le broie dans un moulin avec de l'alun : on met 5 kilog. de talc et 1 $\frac{1}{2}$ d'alun ; on passe la poudre au tamis de soie, on la jette

dans de l'eau bouillante, on agite, puis on laisse déposer, et l'on décante l'eau : le dépôt étant séché au soleil, on le réduit en poudre impalpable, et l'on passe de nouveau au tamis de soie.

Pour déposer le talc à la surface des feuilles de papier, on prépare un encollage en dissolvant dans de l'eau claire 7 parties de colle de peau et 3 d'alun ; on fait réduire jusqu'à consistance d'extrait, on étend les feuilles de papier sur une table unie, et l'on passe dessus, à deux ou trois reprises, un pinceau trempé dans cette colle, en ayant soin de l'étendre également ; on saupoudre alors le talc renfermé dans un nouet de gaze. On fait ensuite sécher les feuilles à l'ombre, et avec un tampon de coton on enlève le talc superflu. Le papier préparé de cette manière paraît argenté ; mais il faut que le talc soit beau, transparent et blanc comme la neige : le plus beau est celui que les Russes fournissent aux Chinois.

En Europe on emploie pour la fabrication du papier les vieux chiffons des toiles de chanvre, de lin, de coton, blancs ou colorés, les vieux cordages ; les chiffons de laine servent pour le papier gris. On se sert aussi de la paille, dont jusqu'ici l'on n'a pas encore réussi à faire des papiers qui fussent en même temps beaux et solides ; on emploie encore les fibres de bois blanc, les tiges de colza, etc. La matière première devenant de plus en plus insuffisante, on cherche naturellement à tirer parti de différentes substances ligneuses : les difficultés que présentent la division de ces matières, leur décoloration, le déchet que d'autres éprouvent dans la série des travaux préparatoires, rendent souvent très-difficile la solution du problème pour parvenir à obtenir une pâte convenable dont le prix de revient ne soit pas trop élevé.

La cellulose provenant de ces différentes sources doit être amenée à un état de division assez grand pour qu'elle puisse former une pâte avec l'eau, et en même temps les fibres doivent être assez fines et assez longues pour présenter par leur croisement une sorte de feutrage, et que la pâte coulée en plaques minces, c'est-à-dire en feuilles de papier, puisse, par sa solidité après la dessiccation, résister fortement à la traction.

Cette solidité est augmentée par le collage, qui se fait en ajoutant à la pâte soit un mélange d'alun et de colle de gélatine, soit de l'amidon et un savon résineux : le collage n'a cependant pas pour principal but de rendre le papier plus solide, mais de le rendre imperméable à l'encre dont on se sert pour écrire et aux couleurs liquides qu'on emploie pour l'aquarelle et la gouache.

Le papier qu'on emploie pour l'impression n'est généralement pas collé, parce que l'encre dont on se sert est faite avec de l'huile cuite, ou vernis. Le papier qui est destiné à la filtration des liquides n'est pas collé du tout : quand il est blanc et a été fait avec des eaux et de la cellulose d'une grande pureté, si l'on a eu soin d'entraîner par les lavages toutes les substances qui ont servi à la décoloration; ce papier, dis-je, fabriqué dans ces conditions ne laisse pas de traces sensibles de cendres quand on l'incinère, et par cette raison il est précieux dans les laboratoires, où l'on s'en sert exclusivement pour les analyses, sous le nom de papier de Berzelius.

Le première opération dans une fabrique de papier consiste à faire un triage soigneux des diverses espèces de chiffons, afin de mettre ensemble ceux de la même sorte ; lorsque les chiffons sont mal triés, ils se triturent plus difficilement et donnent plus de déchet. On sépare toujours :

1° Les matières faites avec du chanvre ou du lin, comprenant les déchets blancs de chanvre et de lin, les fils, toiles, franges, bas, ourlets, coutils avec plume, toiles d'emballage; puis séparément ceux qui sont colorés ;

2° Les mêmes sortes en coton ; plus, les ouates, etc., incolores et colorées;

3° Les matières de laine tissées ou tricotées et blanches, les chiffons et bas de laine de diverses couleurs, et à part ceux qui sont bleus; les velours et la soie;

4° Les ficelles, les cordes, les filets sans goudron, et les mêmes goudronnés ;

5° Enfin, les déchets des filatures, en séparant ceux de lin de ceux de coton ;

Ce triage en gros n'est pas encore suffisant, il faut que chaque sorte soit ensuite mise à part selon sa qualité ; on sépare les sortes propres de celles qui sont sales, et dans chacune de ces divisions on fait un premier, un deuxième et quelquefois un troisième choix : tous les chiffons teints en bleu sont séparés des autres couleurs ; les couleurs pâles le sont des couleurs foncées : cette dernière séparation est nécessaire, car il faut moins d'agent décolorant pour les couleurs claires que pour celles qui sont foncées.

On introduit aussi dans les pâtes les rognures de papier, tant celles des fabriques que celles qui proviennent des relieurs ; pour ces débris il faut encore opérer un triage, car ces papiers sont collés ou sont sans

colle, blancs ou colorés, ce qui fait deux premières divisions, et dans chacune d'elles on sépare ceux qui sont fins, mi-fins, moyens, beaux, le bulle et le gros bulle ; il faut de même ne pas confondre les papiers plus azurés avec ceux qui le sont le moins.

Les papiers colorés doivent être séparés par couleur.

On emploie jusqu'aux papiers ramassés par les chiffonniers. Nous ne citons pas avec ces matières premières, désignées sous le nom général de chiffons, les matières non travaillées préalablement, telles que la paille, le bois, les feuilles de pin et de sapin, etc., dont nous avons parlé au commencement cet article.

COUPAGE.

Toutes ces matières doivent être coupées sur certaines longueurs, qui varient selon qu'elles sont plus ou moins nerveuses : ainsi, les cordes le sont à 5 centimètres, le chanvre, le lin, les filets, la paille à 7 centimètres, les chiffons à 17, et même plus longs s'ils sont très-usés.

NETTOYAGE.

Le chanvre et le lin sont passés au peigne pour en séparer les chenevottes. Les chiffons sont nettoyés au blutoir ou dans un loup, pour en faire partir les poussières dont ils sont toujours souillés, puis on les fait passer dans un cylindre laveur : on se dispense de ces opérations pour les cordes et filets avec lesquels on ne veut faire que des papiers d'emballage, mais il faut les y soumettre s'ils sont destinés à fabriquer d'autres papiers.

POURRISSAGE.

L'opération du pourrissage, qui jadis était toujours pratiquée dans les différentes fabriques de papier, est presque entièrement abandonnée depuis le perfectionnement des systèmes de blanchiment ; cependant on pratique quelquefois encore le pourrissage pour certaines matières, telles que les cordes, les filets, les toiles d'emballage.

Pour faire le pourrissage, les chiffons étaient mis à tremper pendant vingt-quatre heures dans des caisses, en pierre ou en bois, que l'on tenait pleines d'eau, et où les chiffons étaient tout à fait submergés ; on les mettait ensuite en tas dans une chambre dallée ; tous les huit jours on changeait les tas de place en mettant au centre

les parties qui étaient à l'extérieur, et l'on arrosait pour conserver la mouillure.

Cette opération durait deux, trois, ou même quatre semaines, selon que les matières étaient plus ou moins grossières.

Par cette opération il se fait beaucoup de déchet, les fibres sont très-altérées et le papier est beaucoup moins fort ; elle a de plus l'inconvénient d'exiger beaucoup de temps, tandis que les lessivages ne durent que douze heures au plus, et donnent ainsi plus vite de meilleurs résultats.

LESSIVAGE.

Le lessivage des chiffons a pour but d'enlever les matières grasses et même le goudron des cordes ; le blanchissage en devient plus facile, et permet d'obtenir des pâtes plus blanches.

Les matières dont on se sert pour cette opération sont la chaux, le sel de soude, les cristaux de soude et la potasse. On emploie quelquefois la chaux seule, mais les résultats qu'elle donne sont moins bons que ceux produits par les alcalis ; cependant en se servant de l'appareil de MM. Planche et Rieder, dans lequel on agite continuellement les chiffons avec la chaux, on rend plus facile l'action de cette substance, et le résultat approche de celui que donne la soude rendue caustique par la chaux. Ordinairement pour 500 kilogr. de chiffons on met 5 kilogr. de chaux, ce qui ne fait que 1 pour 100 ; quelquefois on met 5 pour 100 ; mais lorsqu'on opère avec l'appareil de M. Donkin, et mieux encore avec celui que nous avons cité, dans lesquels l'agitation est constante, 1 de chaux pour 100 de chiffons peut suffire, surtout avec une température supérieure à + 100°, parce que la quantité de chaux nécessaire pour saponifier un poids donné de matières grasses est d'autant moindre que l'on opère à une température plus élevée. Ces appareils permettent d'agir sous 3 atmosphères ; on arrive alors à + 135° de chaleur.

L'appareil de MM. Planche et Rieder consiste en un cylindre dont les parois parallèles à l'axe sont garnies de chevilles ; un trou d'homme ovale permet d'y introduire facilement les chiffons et de les égaliser soit avec un râble, soit par un enfant qu'on y fait entrer. Ce cylindre est supporté par des tourillons, sur lesquels il peut tourner librement ; au centre des deux extrémités sont deux tuyaux tournant dans une boîte à étoupe, et par lesquels on introduit d'un même côté la lessive chaude, puis la vapeur au moyen de robinets

distincts : le tuyau du côté opposé sert à faire sortir la vidange. Le cylindre est muni d'un robinet à part, qui est posé sur le même côté que le trou d'homme et sert à laisser sortir l'air et l'excès de vapeur; mais il faut l'ouvrir très-peu, afin d'éviter une trop grande perte de chaleur.

Quand les chiffons, de quelque nature qu'ils soient, sont introduits dans le cylindre au moyen d'une trémie partant de l'étage supérieur, on les égalise, on adapte l'obturateur et par un robinet placé au dessus du tuyau introducteur de la vapeur on fait pénétrer la lessive en quantité suffisante pour que le cylindre soit plein à moitié seulement.

Cette lessive est toujours faite avec de la chaux, que l'on éteint avec de l'eau chaude dans une caisse, dont les parois sont en tôle percée de petits trous, ou en toile métallique dont les mailles laissent passer le lait de chaux. Cette caisse, qui a 80 centimètres de long, 40 de large et 60 de profondeur, est placée dans une autre caisse, dont la longueur est de $1^m,70$, la largeur de 1^m, et la profondeur de $1^m,50$. La petite caisse est soutenue de manière à ce que son niveau supérieur soit dans le même plan que celui de la grande, qui est destinée à recevoir le lait de chaux ; elle est munie, à 15 centimètres au-dessus de son fond, d'un robinet par lequel on fait écouler le lait de chaux après quelques instants de repos, afin que les grumeaux et les parties de chaux non éteinte aient le temps de descendre au-dessous de son niveau.

Lorsque le lait de chaux est ainsi préparé, on le chauffe à l'ébullition en y faisant arriver de la vapeur avant de l'introduire dans l'appareil; autrement, il condenserait trop de vapeur.

Quand tout est disposé, l'on met le cylindre en mouvement; il fait seulement 2 ou 3 tours par minute : la température doit être entre + 120 et 130 degrés ; on continue pendant un temps qui varie, selon la nature des chiffons, entre trois et quatre heures. On ferme alors les robinets, tout en continuant le mouvement pendant trois heures.

On ouvre enfin le robinet de vidange adapté au tuyau opposé à celui par lequel s'introduisent la lessive et la vapeur, et l'on fait sortir la lessive, qu'on remplace par de l'eau pure au moyen du robinet qui sert à faire pénétrer la lessive. Il ne faut pas que le cylindre soit rempli plus qu'aux trois quarts de sa capacité. On le fait tourner pendant deux heures, pour rincer les chiffons, après quoi l'on renouvelle cette eau une fois ou deux. Cette opération exige environ douze heures : ce rinçage abrège le travail des piles

dans lesquelles on porte les chiffons, que l'on fait sortir de l'appareil en tournant le cylindre de sorte que le trou d'homme soit en bas. En injectant de l'eau on fait sortir les chiffons, que l'on reçoit dans une caisse dont le fond est en clayonnage, et on les porte aux piles.

La force des lessives ne doit pas être la même pour tous les chiffons, de quelque nature qu'ils soient, et la durée du lessivage varie également. En effet il faut des lessives plus fortes et une action plus longtemps prolongée sur les chiffons épais et très-sales que sur ceux qui sont minces et moins sales : la force des lessives doit donc varier selon chaque espèce de chiffons. Lorsque le lessivage est terminé, si la lessive n'est ni trop forte ni en trop grande quantité, et si on l'a fait agir assez longtemps, son action ne doit pas être sensible sur le papier de tournesol rougi.

Le lessivage prolongé indéfiniment serait une pure perte, et de temps et de combustible, car passé un certain terme on ne gagne sensiblement ni en propreté ni en blancheur. On doit donc cesser dès que l'on s'aperçoit que le lessivage n'opère plus de changement dans les chiffons.

Quand on se sert de sel de soude, que l'on rend caustique par la chaux, pour 500 kilogr. de chiffons on dissout 6 kilogr. de sel de soude à 80° alcalimétriques dans 1 hectolitre d'eau, et l'on y ajoute 3 kilogr. de chaux, que l'on éteint préalablement en l'arrosant d'un peu d'eau; on fait bouillir en remplaçant l'eau qui s'évapore jusqu'à ce que la soude soit parfaitement caustique; on retire du feu et on laisse déposer, puis on soutire la liqueur claire, et le résidu est jeté sur une toile pour recueillir le reste de lessive. On doit laver le dépôt de carbonate de chaux qui reste sur la toile et recueillir à part l'eau de lavage qui dissout le reste de soude caustique; cette eau sert pour la préparation d'une autre lessive.

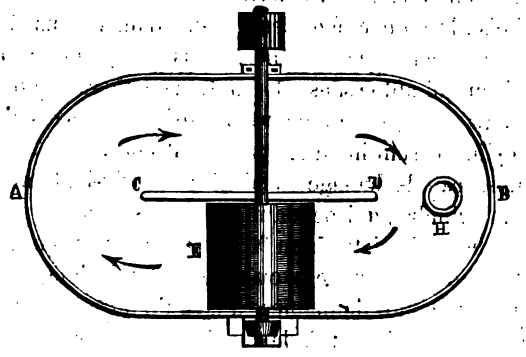
Quand on lessive des chiffons grossiers, l'opération dure environ douze heures; mais au lieu d'employer toute la lessive à la fois, il est préférable de la partager en deux parties égales; on fait agir la première pendant cinq ou six heures, puis on la fait écouler afin de la remplacer par la seconde, que l'on fait bouillir pendant six ou sept heures.

La première moitié de la lessive devenant très-brune, par la grande quantité de matières grasses et sales qu'elle a dissoutes, la nouvelle portion que l'on met pour la remplacer celle qu'on a fait écouler n'a plus à agir que sur ce qu'il en reste, et le résultat est meil-

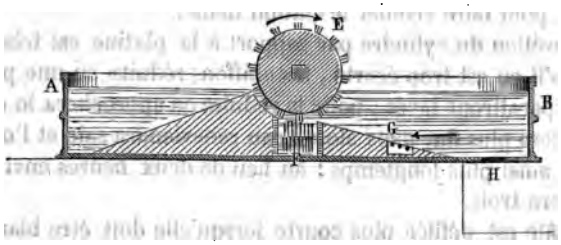
leur. C'est principalement pour ces gros chiffons qu'il est utile d'opérer à une pression de 3 atmosphères, et de même qu'à la température qui en résulte on peut lessiver avec moins de chaux, de même on peut obtenir un meilleur résultat avec une moindre quantité de soude.

DÉFILAGE.

Quand le pourrissage ou mieux le lessivage est terminé, les chiffons sont défilés dans un appareil qu'on nomme *pile* (*fig.* 589 et 590).



(Fig. 589.)



(Fig. 590.)

C'est une cuve longue AB séparée au milieu, en partie, dans le sens de sa longueur, par une cloison CD, qui a la même hauteur que les parois de la cuve; le défilage est opéré par un cylindre en bois E, armé de lames d'acier, que l'on peut élever ou abaisser à volonté pour l'éloigner ou le rapprocher de la platine F, qui est composée de plusieurs lames d'acier fondu et solidement fixées au-dessous du cylindre au moyen de coins en bois. Le cylindre fait de 190 à 220 et même 240 tours par minute; il est recouvert d'un chapeau en bois, qui empêche que les chiffons ne soient projetés au dehors

de la pile ; il sert de toit à un châssis en toile métallique qui retient les chiffons et laisse écouler au dehors l'eau fournie en abondance par un fort robinet ; cette eau détermine un fort courant, qui entraîne les chiffons sous le cylindre, et les lave en passant à travers la toile métallique pour être rejetée au dehors ; l'eau entraîne les ordures fines ; les corps étrangers volumineux et lourds, comme les clous, les boutons, tombent dans un caniveau G recouvert d'une toile métallique qui les retient.

Pour mettre en train le défilage, après avoir chargé les chiffons et rempli la pile d'eau, on détermine, au moyen de longues spatules en bois, le mouvement des chiffons dans le sens du courant, afin de les amener successivement sous le cylindre : on règle la quantité d'eau qui afflue sans interruption en ouvrant plus ou moins le robinet. La direction du courant ainsi que le sens du mouvement du cylindre sont indiqués par des flèches.

En commençant le défilage on fait circuler très-lentement les chiffons sous le cylindre, qui pendant quelques minutes doit être très-peu rapproché de la platine : on facilite ainsi la mise en train de l'opération ; puis on l'éloigne plus ou moins selon la longueur que l'on veut donner au défilé, de manière à ce qu'il ne soit plus nécessaire d'en changer la position ; à la fin de l'opération les chiffons se trouvent ainsi parfaitement défilés et lavés ; on ouvre alors la soupape H pour faire écouler le chiffon défilé.

La position du cylindre par rapport à la platine est très-importante : s'il en est trop écarté, les chiffons réduits en une pâte trop longue paraîtront lavés ; pour la réduire on approchera le cylindre, on défilera plus fin, mais alors l'eau redeviendra sale et l'opération durera ainsi plus longtemps : au lieu de deux heures environ, elle en durera trois.

La pâte est défilée plus courte lorsqu'elle doit être blanchie au chlore liquide que lorsqu'elle doit l'être au chlore gazeux ; dans le premier cas il faut trois heures si le cylindre a été bien réglé, et deux seulement pour le second cas.

Cette opération est la plus importante peut-être pour la qualité du papier : quand on la prolonge sans rendre le défilé trop court, la pâte est alors mieux préparée, et elle est mieux et plus facilement blanchie ; mais son prix devient quelquefois trop élevé pour qu'il y ait avantage à opérer ainsi.

BLANCHIMENT.

Le blanchiment se fait au chlore gazeux ou au chlore liquide; dans le premier cas les pâtes doivent être égouttées à tel point qu'en les pressant entre les mains il n'en sorte plus d'eau; cette opération est inutile quand on blanchit au chlore liquide.

Pour opérer le blanchiment au chlore gazeux, la pâte, convenablement égouttée, est introduite dans des espèces de chambres en briques reliées par du ciment, qui peuvent être parfaitement closes et dans lesquelles on fait arriver le chlore gazeux; ces chambres doivent être munies d'une soupape hydraulique ou autre pour éviter l'excès de pression. On laisse ainsi les chiffons en contact avec le chlore pendant un temps qui varie selon qu'ils sont plus ou moins grossiers, plus ou moins colorés; mais il faut ici, comme pour les toiles, ne pas dépasser le but, car les fibres seraient énervées et le papier n'aurait pas de force. En général, pour le blanchiment de 1,000 kilogr. de pâte il faut la quantité de chlore produite par 60 kilogr. de bon oxyde de manganèse et 100 kilogr. d'acide chlorhydrique, un peu plus ou un peu moins, suivant la qualité des chiffons. Le chlore doit arriver par la partie supérieure des chambres ou des caisses rectangulaires en bois qui peuvent les remplacer. On adapte quelquefois de petites fenêtres à ces chambres pour juger des progrès du blanchiment. Il est important de ne pas employer un excès de chlore, et il est préférable d'en user moins et de laisser agir pendant trois jours.

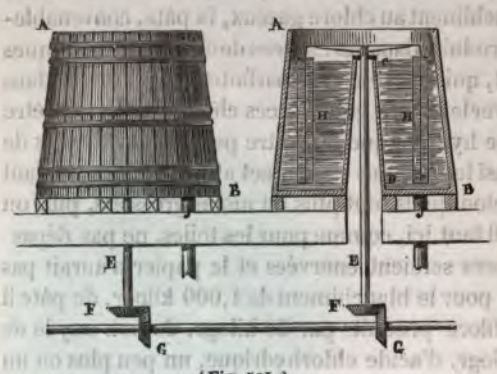
Lorsque les pâtes sont suffisamment blanches on les enlève; elles doivent être lavées à grande eau dans des piles qui sont généralement plus petites que les défileuses. Pendant le lavage, le cylindre est éloigné de la platine; on ne doit l'abaisser pour opérer le raffinage que lorsque le lavage est parfait; on rapproche graduellement le cylindre jusqu'à ce qu'il touche légèrement la platine, et l'on continue l'opération jusqu'à ce que la pâte soit assez fine.

Au lieu de blanchir au chlore gazeux on se sert de ce que les fabricants nomment chlore liquide; c'est une dissolution de chlorure de chaux qui se fait en traitant le chlorure de chaux en poudre par deux fois et demie son poids d'eau; on laisse déposer, on décante, on remet la même quantité d'eau et l'on décante ainsi plusieurs fois de suite de manière à obtenir 10 parties en poids de dissolution de 1 chlorure sec.

Cette dissolution sert à faire les bains de blanchiment; ces

bains doivent être plus forts pour les chiffons grossiers et fortement colorés.

La manière d'agir varie dans les fabriques. Dans quelques-unes, cette opération se fait dans des piles qui ont une capacité trois fois aussi grande que celle des défileuses, et le cylindre est tout en bois. Plus ordinairement on opère dans des cuviers en bois AB un peu coniques (*fig.* 591), formés de douves épaisses, en bois résineux non saigné, et dont l'intérieur est enduit d'une couche de résine inattaquable au chlore; au centre est disposé un tuyau vertical en fonte C D, doublé extérieurement en plomb, dans lequel passe un arbre vertical E muni à sa partie inférieure d'un pignon F s'engrènant avec une roue d'angle G, qui communique un mouvement de rotation; à la partie supérieure de l'arbre sont adaptés deux bras horizontaux en fonte, auxquels sont fixés des agitateurs verticaux en bois H. Au fond des cuves il y a une large soupape J par laquelle on fait passer le chiffon quand il est blanchi. On se sert ordinairement d'une dissolution de chlorure de chaux marquant 100°; on en met de 1 à 3 pour 100 du poids du chiffon.



(Fig. 591.)

Le mouvement produit par les agitateurs a pour but de mettre successivement toutes les parties du mélange en contact avec l'air, dont l'acide carbonique en décomposant le chlorure de chaux met l'acide hypochloreux en liberté et lui permet d'agir comme décolorant; mais ces agitateurs, dans le mouvement de rotation qui leur est imprimé, ne peuvent que difficilement faire remonter à la partie supérieure ce qui se trouve au fond des cuves et le mettre ainsi au contact de l'air: aussi l'opération dure-t-elle huit ou neuf heures.

On ajoute souvent un peu d'acide sulfurique ou chlorhydrique, pour mettre l'acide hypochloreux en liberté. Nous avons pensé qu'un courant de gaz acide carbonique ou d'air chargé de cet acide, et traversant incessamment la pâte en mouvement, rendrait l'opération plus courte sans avoir l'inconvénient des acides minéraux que

nous avons cités et dont l'action doit certainement ôter de la force aux chiffons, si l'on n'a pas soin de les employer avec de grands ménagements.

L'opération, qui par ce moyen ne dure plus que trois heures au lieu de neuf, offre donc un avantage certain : l'acide carbonique peut être produit par un foyer spécial, ou par la cuisson de la chaux, ou même pris dans la cheminée des machines, pourvu que le gaz soit dépouillé complétement de la suie qui peut être entraînée ; on peut même ne se servir que de l'air atmosphérique, mais alors l'opération est un peu plus longue.

Ce procédé, auquel MM. Didot ont prêté leur concours, a été mis en œuvre dans leurs usines et leur a permis de se livrer à des expériences comparatives très-intéressantes entre l'ancien et ce nouveau système et qui en ont démontré les bons effets (1).

Souvent on blanchit deux fois les pâtes, la première fois au chlore gazeux, la seconde au chlorure de chaux : ce sont principalement les pâtes grossières que l'on traite ainsi ; quant aux plus belles, on les blanchit deux fois au chlore liquide.

Comme souvent les pâtes blanchies et lavées retiennent encore du chlore, les papiers qu'on en obtiendrait seraient de peu de durée et tomberaient en poussière. Pour remédier à ce grave inconvénient, on traite les pâtes lavées par une dissolution de sulfite de soude, que l'on nomme *antichlore;* l'eau se décompose, il se forme de l'acide chlorhydrique et du sulfate de soude ; mais comme l'acide chlorhydrique détruirait également le papier, il faut laver avec soin : l'emploi de l'ammoniaque serait aussi efficace, et n'aurait pas les inconvénients de l'antichlore ; il se produirait de même de l'acide chlorhydrique, mais il serait neutralisé par l'excès d'ammoniaque et ne pourrait pas altérer la pâte, qu'il faut cependant laver dans tous les cas.

Il est souvent nécessaire de mélanger des pâtes faites avec différentes sortes de chiffons, afin d'avoir un papier convenable. En général, lorsqu'on veut faire des papiers minces qui aient beaucoup de solidité et produire les plus beaux papiers, on se sert des morceaux de toile neuve, qui ne se trouvent qu'en petite quantité parmi les chiffons bruts et que l'on a soin de mettre à part ; le chanvre et le lin donnent un papier qui a trop de transparence pour la plupart des usages, mais qui est bon pour calquer, et cette qualité

(1) Cette application de l'acide carbonique, qui produit les meilleurs effets, est due aux travaux de la chimie de laboratoire, et n'est devenue industrielle que depuis deux années. (Turgan, *Les Grandes usines de France*, p. 177.)

est indispensable pour les papiers-monnaie, comme les billets de banque, qui doivent présenter une grande solidité.

Les papiers à écrire, mais principalement les papiers employés pour le dessin et pour les registres, sont faits avec des pâtes provenant de chiffons de toile peu usés, des ourlets et des chiffons grossiers; mais il est nécessaire d'y mêler une certaine proportion de pâte faite avec des chiffons usés ou plutôt de toile de coton; sans cela la pâte s'égoutte difficilement sur la forme ou sur la toile sans fin de la machine, et le papier fabriqué par ce dernier mode s'écrase sous la première presse; il s'y fait des coulées d'eau, et il gode en séchant : si l'on mettait une trop grande quantité de pâte de coton, le papier serait cassant.

Pour le papier destiné à l'impression ou à la gravure on se sert d'une pâte faite avec des chiffons de toile tout à fait usés et des chiffons de coton; mais quand ces pâtes sont employées seules, le papier n'a pas assez de consistance : il faut alors y ajouter de la pâte faite avec des chiffons plus grossiers, et en quantité suffisante pour lui donner de la solidité sans qu'il prenne de la transparence.

Les papiers d'emballage se font avec des pâtes provenant des cordes, des filets, des déchets de filature de lin ou de coton, de la paille, etc. On peut cependant avec ces différentes matières faire aussi des papiers blancs, mais ces papiers jaunissent plus facilement que ceux fabriqués avec les chiffons de bonne qualité.

Dans beaucoup de pâtes on ajoute des substances minérales, soit pour donner au papier un plus bel aspect et une couleur particulière quand il est apprêté, soit pour augmenter son poids.

Pour les belles qualités on se sert de beau *kaolin*, qui facilite l'apprêt du papier et lui donne une plus belle apparence, mais altère le collage et rend le papier plus mou.

Lorsqu'on veut donner du poids au papier et lui conserver sa blancheur, il faut à la pâte ajouter de la marne, du sulfate de chaux ou mieux du sulfate de baryte. Un fabricant, voulant connaître quelle quantité de sulfate de chaux on pouvait ajouter à la pâte tout en obtenant un papier assez solide encore pour servir à envelopper, est arrivé à mêler 4 parties de plâtre à 1 de pâte supposée sèche; cependant il s'est arrêté en fabrication à 3 de plâtre pour 1 de pâte.

Avec les ocres on obtient des papiers qui sont en même temps pesants et colorés en jaune. Nous aurons plus tard à examiner avec quelles substances on donne aux papiers les diverses couleurs que demande le commerce.

COLLAGE ANIMAL.

Les papiers sur lesquels on doit écrire, dessiner ou peindre avec des substances aqueuses, telles que l'encre ordinaire, l'encre de Chine, la sépia, ou les couleurs pour l'aquarelle, doivent recevoir un apprêt qui les rende imperméables : cet apprêt est ou animal ou végétal. Le collage animal est le seul qui soit employé pour le papier fabriqué à la *forme ;* genre de fabrication qui n'est plus guère employé que pour les papiers qui ont des destinations particulières, comme le papier timbré, quelques papiers à dessin et le papier à filtrer, qui ne doit pas être collé.

La colle animale était généralement préparée par les fabricants de papier au moyen des rognures de peaux des tanneurs et des mégissiers; en Chine la colle des papeteries est toujours faite avec de la peau de vache; les fabricants anglais, qui emploient constamment le collage animal, même pour le papier à la mécanique, préparent leur colle avec des peaux de bœuf, blanches et très-épaisses. Pour faire la colle on se sert aussi des peaux d'anguille, de celles de lièvre et de lapin dont on a enlevé le poil, des pieds de mouton, des vieux parchemins. La colle étant dissoute, on y ajoute 20 pour 100 de son poids d'alun : la dissolution ne doit avoir que la force nécessaire pour obtenir un collage convenable; si elle était trop faible le papier ne serait pas assez collé, si elle était trop forte le papier serait un peu coloré, et il pourrait avoir des taches de colle, ou même geler. Le bain de colle doit être chauffé à + 40° seulement.

En Angleterre, pour préparer leur colle animale avec les peaux de bœuf, la plupart des fabricants les font d'abord tremper dans un bain acide, d'autres dans un bain de carbonate de soude en cristaux, puis ces peaux sont bien lavées avant de les mettre à cuire à petit feu.

Pour coller le papier on réunit les feuilles par poignées, et on les trempe dans la colle jusqu'à ce qu'elles en soient bien imbibées, on les presse légèrement en les retirant; mais il est préférable de retirer chaque feuille séparément afin de les étendre successivement sur des cordes dans les séchoirs, sans quoi il ne serait possible de travailler que pendant le printemps et l'automne.

COLLAGE VÉGÉTAL.

Le collage animal ne pouvant pas être employé facilement dans la fabrication du papier à la mécanique, on a cherché un moyen d'y suppléer. Dans le principe on essaya de se servir d'une cire préparée,

puis en Allemagne on tenta l'emploi d'un savon résineux. La Société d'encouragement trouva le meilleur moyen d'opérer ce genre de collage, que M. Canson est parvenu à rendre facile et pratique. Le savon résineux dont on se sert est précipité par l'alun ; on l'emploie tantôt seul, tantôt avec de la fécule, ce qui donne plus de fermeté au papier ; quelquefois, pour obtenir un collage plus parfait, et au moment de faire *affleurer* la pâte, c'est-à-dire quand on va terminer le raffinage, on ajoute une partie de colle animale dans la pile.

SAVON RÉSINEUX.

Le savon résineux se prépare au moyen de la colophane et de la soude. On peut opérer la saponification dans une chaudière à feu nu, mais on ne conduit pas sûrement l'opération et le savon est terne. Il vaut mieux chauffer à la vapeur, que l'on fait circuler dans une chaudière ou un cuvier, par un serpentin, ou dans une chaudière à double fond.

On fait bouillir 100 kilogrammes de colophane avec 210 litres d'eau jusqu'à ce que la résine soit liquéfiée ; on cesse alors de chauffer, et l'on ajoute 16 kilog. de sel de soude, supposé à 80° alcalimétriques, qu'il est préférable de rendre préalablement caustique par 8 kilog. de chaux ; on tire à clair cette lessive, que l'on met dans la chaudière, et l'on recommence à chauffer, doucement d'abord pour éviter que la dissolution ne monte et ne se perde. Quelques fabricants emploient le sel de soude sans le rendre caustique ; d'autres préfèrent se servir de cristaux de soude, ce qui donne une lessive plus pure. Quand on ajoute de la fécule on dissout 50 kilog. de ce savon dans 335 litres d'eau chauffée à 50° environ, dans laquelle on a délayé 14 kilog. de fécule ; on chauffe ensuite à l'ébullition jusqu'à ce que la dissolution soit achevée, en faisant passer à travers le liquide un courant de vapeur qui la facilite.

Pour un mélange comprenant 50 kilog. de pâte supposée sèche et 950 kilog. d'eau on emploie 37 $\frac{1}{2}$ litres de la colle ainsi préparée, et l'on ajoute alors 1 $\frac{1}{2}$ kilog. de sulfate d'alumine ou 2 kilog. d'alun, exempts de fer et préalablement dissous, pour précipiter la colle : quelques fabriquants, comme nous l'avons dit plus haut, ajoutent 1 pour 100 de colle animale au moment de faire affleurer la pâte : le papier offre ainsi plus de solidité.

Les chiffons de matière animale, laine ou soie, ne peuvent être lessivés, parce que les alcalis les détruiraient ; ils ne doivent pas

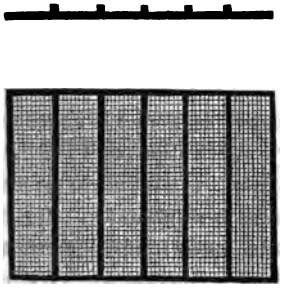
être blanchis au chlore. On ne pourrait les dégraisser qu'avec du savon : aussi sont-ils employés directement à la fabrication des papiers gris ; mais il y aurait plus d'avantage à les trier soigneusement et à les vendre, pour les employer à des engrais ou à la fabrication du prussiate de potasse.

FABRICATION DU PAPIER A LA FORME.

Nous avons vu que le papier se fabriquait à la forme ou à la machine, quoique le premier procédé soit presque abandonné ; mais comme on s'en sert nécessairement pour quelques espèces de papiers, nous devons le décrire.

Pour la fabrication du papier à la forme le chiffon est défilé plus fin que pour la fabrication par les machines ; le blanchiment ne se fait en général qu'au chlorure de chaux, qui n'attaque pas aussi fortement les fibres. Quand le papier doit être collé, c'est de la colle animale que l'on se sert exclusivement, parce qu'elle lui donne plus de solidité, raison pour laquelle le papier à timbrer est toujours fait de cette manière, ainsi que celui qui est employé pour les registres, le dessin, le lavis, etc. Le papier à filtrer est fabriqué exclusivement avec des chiffons de chanvre et de lin.

La forme est composée d'un cadre en bois d'une dimension calculée sur celle des feuilles que l'on veut avoir (*fig.* 592). Ce cadre est maintenu par quelques minces traverses perpendiculaires au sens de la longueur, sur lesquelles est fixée une toile métallique très-fine et tendue fortement ; un autre cadre mobile, en bois, se pose sur le côté où est la toile ; il sert à régler l'épaisseur de la couche de pâte délayée que l'on doit y déposer, et permet d'obtenir ainsi des feuilles d'égale épaisseur, si l'on a soin d'agiter la pâte avant chaque immersion du cadre pour qu'elle soit toujours également délayée : le cadre mobile se nomme *frisquette* ou *couvercle*.



(Fig. 592.)

Pour opérer, l'ouvrier plonge dans la pâte la forme munie de son cadre mobile pour la remplir, puis il l'enlève en secouant convenablement par un mouvement horizontal de va et vient ; la pâte se feutre pendant que l'eau s'écoule ; il enlève alors le cadre mobile.

Un autre ouvrier prend la forme chargée de la feuille humide, la retourne sur un feutre humide en laine, qu'on nomme *flôtre*, et enlève la forme : la feuille alors adhère au feutre ; il la recouvre d'un autre feutre pour une feuille nouvelle, et ainsi de suite.

Pendant ce temps le premier ouvrier prend une nouvelle forme, la repasse ensuite à l'autre quand une nouvelle feuille a été formée, et l'opération marche ainsi sans interruption, chaque feuille de papier se trouvant entre deux feutres.

Lorsque la pile de feuilles et de feutres est assez considérable, on la met en presse, puis on enlève les feutres, on empile les feuilles de papier seules pour les presser de nouveau; après un certain temps, on défait la pile de feuilles, dont on change l'ordre pour la presser une troisième fois; puis on les sèche à l'air libre en les étendant sur des perches horizontales.

Ces feuilles sont alors examinées afin de remettre dans la pâte celles qui sont manquées, et de corriger les défectuosités que quelques-unes peuvent présenter; ensuite on procède au collage comme nous l'avons décrit.

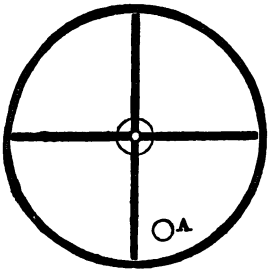
La dessiccation des feuilles qui ont été collées doit être conduite avec précaution; il faut qu'elle soit lente, sans cependant être assez prolongée pour que l'on puisse avoir à craindre la putréfaction de la gélatine, qui se trouve presque entièrement à la surface, car le papier gratté boit si l'on n'y met pas de sandaraque.

FABRICATION DU PAPIER CONTINU A LA MACHINE.

C'est Louis Robert, employé à la fabrique de papier d'Essonne, qui le premier a fait l'essai de ce genre de fabrication, en 1799; les fabricants français résistèrent à ce changement, qui fut porté en Angleterre, où les machines, progressivement perfectionnées, furent bientôt généralement employées, et maintenant ce mode de fabrication est presque exclusivement suivi; nous venons de voir en effet qu'il n'y avait plus que quelques sortes particulières de papier qui se tissent encore à la forme.

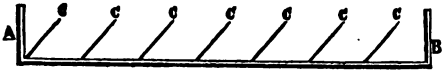
Nous avons dit que pour le papier continu l'on opérait le collage au moyen d'un savon résineux que l'on précipitait dans la pâte. Ce savon est introduit dans la pile où s'opère le mélange et la précipitation; on fait ensuite passer la pâte dans une grande cuve de 3 mètres de diamètre, d'une profondeur intérieure de $1^{m},30$; au centre

se trouve un arbre vertical (*fig.* 593), portant quatre palettes ou bras arrivant près des parois verticales de la cuve, lequel arbre en tournant sans relâche maintient la pâte en suspension; un filet d'eau continu arrose les bras de l'agitateur et fait retomber la pâte qui peut y adhérer : le mouvement est communiqué de même que dans les cuves à blanchir.



(Fig. 593.)

La pâte s'écoule de cette cuve d'une manière régulière et constante au moyen d'un distributeur mécanique disposé au-dessous d'une ouverture A, dont on fait varier le débit à volonté, suivant l'épaisseur que l'on veut donner au papier. La pâte est ainsi distribuée dans des paniers rectangulaires en bronze, dont les parois sont criblées de fentes longues à travers lesquelles les fibres de la pâte peuvent facilement passer de là dans une épurateur (*fig.* 594), composé d'une caisse plate AB ayant la largeur des feuilles que l'on veut faire. Le fond de cette caisse est garni dans toute sa longueur de lames de bronze C inclinées de 45° en sens contraire du courant et sous lesquelles tombent les corps fixes et lourds qui ont pu passer à travers les fentes des paniers. La pâte achève ainsi de s'épurer, et elle passe enfin dans des caisses d'où elle tombe sur une toile métallique sans fin, très-serrée et montée sur un châssis mobile. Cette toile reçoit deux mouvements : l'un latéral alternatif, produisant des secousses par lesquelles l'égouttage et le feutrage de la pâte est facilité ; l'autre continu en longueur, qui la fait circuler sans interruption sur une rangée de rouleaux disposés horizontalement, et qui la soutiennent. Cette toile reçoit une vitesse qui varie de $6\frac{1}{2}$ à 13 mètres par minute, suivant l'épaisseur que doit avoir la feuille et pour laquelle épaisseur la quantité d'eau varie de 220 à 120 pour 1 de pâte supposée sèche. La toile métallique près de la fin de sa course supérieure passe sur une caisse garnie de rouleaux dans laquelle on opère un vide partiel continu au moyen d'une pompe à trois cloches : de cette manière on soutire une grande partie de l'eau qui n'avait pas été égouttée.



(Fig. 594.)

Cependant la feuille de papier est encore très-peu solide et très-humide; au delà de la toile elle est prise par deux cylindres couverts de

feutre constamment humectés par un filet d'eau pour les nettoyer; l'excès de cette eau est rejeté par la pression qu'exerce une règle de bois : la feuille de papier pressée entre ces rouleaux prend de la solidité; elle est entraînée de là sur des feutres d'où elle passe successivement entre deux cylindres en fonte, puis dans une série de paires de cylindres sécheurs chauffés intérieurement par un courant de vapeur. A la suite de ces cylindres se placent deux dévidoirs disposés aux extrémités de leviers que l'on peut faire basculer sur leur axe; le papier fabriqué s'enroule autour de celui des dévidoirs qui doit fonctionner et qui fait suite aux cylindres ; lorsqu'il est chargé d'une quantité suffisante de papier, on l'éloigne, par un mouvement de bascule, et le second dévidoir vient le le remplacer ; on coupe la feuille que l'on fait enrouler sur le dévidoir vide, et de cette manière il n'y a pas d'interruption dans le travail.

Dans quelques cas le papier est découpé en largeurs déterminées, comme pour les papiers de tenture, au moyen d'un système de ciseaux composés de disques taillés en biseaux.

Dans quelques machines, à la suite des cylindres sécheurs se trouvent d'autres cylindres en fonte polie, qui lissent le papier avant qu'il s'enroule autour du dévidoir.

Le collage végétal, c'est-à-dire au savon de résine et à l'amidon, est pratiqué dans tous les pays maintenant, excepté en Angleterre, où la presque totalité du papier étant fabriquée avec des chiffons de coton n'aurait pas assez de fermeté si l'on n'avait pas recours au collage animal.

Ce collage s'opère de la manière suivante. A la suite des cylindres sécheurs se trouve un cylindre en cuivre mince de $0^m,30$ de diamètre, dans lequel on injecte un petit courant d'eau froide et autour duquel passe le papier, qui se refroidit avant d'entrer dans le bain de colle placé dans une caisse peu profonde et large de $0^m,70$; au-dessus de cette caisse sont établis, du côté opposé à celui par lequel entre le papier, deux cylindres en bronze parfaitement polis et parallèles, qui pressent le papier imbibé de colle et en enlèvent ce qui est superflu.

A la sortie de ces cylindres le papier passe sur un système de 30 à 60 tambours à claire-voie, disposés en deux rangs parallèles, superposés et munis de ventilateurs qui donnent de l'air chaud venant d'un calorifère : ces tambours ont $0^m,60$ à $0^m,80$ de diamètre.

En multipliant les tambours et en augmentant leur diamètre,

on peut employer de l'air chauffé seulement à + 25°; alors on obtient un collage excellent.

Cette disposition demande nécessairement une longueur de bâtiment beaucoup plus considérable et de grands frais d'établissement; mais comme en Angleterre les fabricants sont certains de vendre les papiers de qualité supérieure, quel que soit leur prix, les industriels peuvent supporter cette augmentation de dépense.

Le bain de colle est plus fort que pour le papier à la forme, et au moment de s'en servir on y ajoute une dissolution de savon qui diminue les inconvénients d'une dessiccation trop rapide; on met 25 d'alun pour 100 de colle.

COLORATION, AZURAGE.

Aux papiers désignés sous le nom de coquille, dont on fait le papier à lettres, on donne souvent différentes couleurs, principalement une teinte bleue ou rose, quelquefois jaunâtre, etc. La teinte bleue s'obtient par différentes substances, l'indigo, le bois de Campêche, le bleu de Prusse, le cobalt ou l'outremer artificiel. La pâte de papier prenant toujours par la dessiccation, quoique blanchie avec soin, une légère teinte jaunâtre, on la corrige par un léger azurage: le bleu étant la couleur complémentaire du jaune, la nuance disparaît.

L'indigo s'emploie à l'état de sulfate d'indigo, préparé d'une manière particulière: on traite 1 partie d'indigo en poudre fine pour 4 parties d'acide sulfurique monohydraté ou à 66°; on chauffe pendant quatre heures au bain-marie à une douce chaleur, on laisse ensuite refroidir, et l'on y ajoute alors peu à peu, pour éviter une action trop vive, 8 parties d'eau dans laquelle on a délayé 4 parties de chaux vive en poudre; on agite, puis on laisse déposer pour décanter la liqueur bleue. Le bleu de bois de Campêche s'obtient d'une dissolution de Campêche à laquelle on ajoute une dissolution de verdet gris dans l'eau et l'acide acétique; il faut 1 partie de ce sel pour 10 de bois. Cette couleur est peu solide, et ne sert que pour le papier d'emballage.

On emploie le bleu de Prusse en pâte pour les papiers demi-fins.

Le bleu de cobalt s'obtient au moyen de l'azur de quatre-feux, matière très-pesante, qui se sépare facilement de la pâte: aussi pendant l'égouttage le côté inférieur de la feuille est-il beaucoup plus

coloré. Ce procédé est en grande partie abandonné : on ne s'en sert que pour quelques papiers-monnaie.

On emploie maintenant presque exclusivement de l'outremer artificiel ; mais comme cette couleur est altérée promptement par le chlore et par les acides, on doit prendre quelques précautions : il faut que la pâte soit parfaitement débarrassée de chlore, et quand on a mis l'alun dans la pile il faut, pour neutraliser l'excès d'acide qu'il contient, ajouter 14 pour 100 de son poids de cristaux de soude, et 15 au plus, sans quoi l'on décomposerait l'alun ; on n'introduit l'outremer qu'un quart d'heure avant que la pâte soit tout à fait raffinée.

Selon M. Planche, on obtient un plus bel azurage en donnant d'abord à la pâte une légère teinte rose, qui s'obtient avec du carthame, de la cochenille, du bois de Fernambouc, ou du bois de Lima : cette dernière substance est d'un prix moins élevé ; il faut 12 kilogr. de l'extrait de ce bois pour 100 kilogr. de pâte supposée sèche.

Pour préparer la teinture de cochenille, on fait bouillir 500 grammes de cochenille mestèque moulue avec 10 litres d'eau rendue un peu alcaline par des cristaux de soude ; on fait bouillir, puis on décante la liqueur claire, et l'on recommence deux fois, ce qui donne 30 litres de dissolution, que l'on réunit pour précipiter par 415 grammes de bichlorure d'étain cristallisé : quand la laque est bien déposée, on décante.

On obtient encore une autre laque avec la cochenille en faisant bouillir dans une chaudière 1 kilogr de cochenille moulue avec 40 grammes de cristaux de soude et 25 litres d'eau de pluie ou de l'eau distillée provenant du générateur ; après 25 minutes d'ébullition on enlève la chaudière du feu, et quand le bain de teinture n'est plus que tiède on y ajoute peu à peu, en remuant toujours, une dissolution de 50 grammes d'alun et de 10 grammes de crème de tartre ; on continue à agiter encore quelque temps après avoir ajouté cette dissolution, puis on laisse reposer : la liqueur prend une teinte rosée, qui passe lentement au rouge vif ; on décante au bout d'un quart d'heure ou l'on passe sur un tamis de soie : il vaudrait mieux filtrer, car sans cela il se fait encore un nouveau dépôt bleuâtre dont il faut séparer la liqueur, à laquelle on ajoute quatre blancs d'œuf bien battus, qui déterminent ordinairement la formation du carmin en flocons d'un belle couleur écarlate. Si ce dépôt ne se produit pas, il faut chauffer jusqu'à ce que l'on voie naître des flocons ;

on retire alors immédiatement la liqueur de dessus le feu, et l'on agite avec une baguette.

Lorsque le carmin est déposé on décante la liqueur, que l'on met à part; on verse quatre litres d'eau pure sur le carmin, que l'on reçoit sur une toile; quand il est égoutté, on le sèche à la température de + 30°.

La liqueur décantée est mise à part, et peut être traitée de nouveau par des blancs d'œuf; elle donne encore une certaine quantité de carmin, mais un peu moins beau que le premier.

1 kilogr. de cochenille donne ainsi 45 grammes du premier carmin et 20 grammes du second; on fait varier les nuances du rose au rouge selon la proportion de carmin que l'on ajoute à la pâte, mais les nuances ne sont pas aussi belles que celles que donne la laque de carthame.

Pour colorer le papier avec le carthame, on se sert quelquefois de la dissolution qu'on trouve dans le commerce; on y ajoute d'abord quatre ou cinq fois son volume d'eau, puis de l'acide acétique, ou mieux de l'acide citrique par petites portions, parce que cette dissolution contient du carbonate de soude et qu'il se fait une vive effervescence; on en ajoute jusqu'à ce que la liqueur offre une très-légère réaction acide : la liqueur est alors incolore, et la couleur est déposée.

Quand on prépare la dissolution de carthame, pour 1 kilogr. de cette substance lavée et sèche on emploie 10 litres d'eau et 1 kilog. de cristaux de soude, dont on verse la dissolution chaude sur le carthame; après deux heures de digestion, on filtre ou l'on passe sur une toile fine, et l'on y ajoute l'acide, comme nous l'avons indiqué plus haut.

Cette couleur, quoique très-belle, est rarement employée : c'est le rose obtenu avec le Fernambouc qui est le plus usité, probablement parce qu'il est d'un prix moins élevé.

On fait bouillir 1 kilogr. de Fernambouc dans 12 litres d'eau pendant trois heures, en renouvelant l'eau évaporée; on filtre, et l'on ajoute peu à peu une dissolution de bichlorure d'étain jusqu'à ce qu'il ne se fasse plus de précipité; lorsque la laque est déposée, on décante et on lave trois ou quatre fois par décantation avec le même volume d'eau pure.

Il paraît, d'après M. Planche, que le chlorhydrate d'alumine donne une laque plus belle.

Dans tous les cas il est nécessaire d'employer des eaux qui ne con-

tiennent pas de carbonate de chaux, parce que cette substance nuit à la couleur rose ; et si l'on ne peut pas disposer d'eau de pluie ou d'eau distillée provenant du générateur, il faut avoir soin de précipiter préalablement la chaux par l'acide oxalique.

Si à la dissolution de 1 kilogr. de bois de Brésil on ajoute 60 grammes d'alun et 90 grammes de cristaux de soude, on a une laque de couleur amarante, qu'on lave par décantation.

On obtient la couleur violette par une dissolution de bois de Campêche que l'on précipite par du bichlorure d'étain, que l'on ajoute petit à petit jusqu'à ce qu'il ne se forme plus de précipité : on lave ce dernier par décantation.

Le jaune s'obtient au moyen du bichromate de potasse et de l'acétate neutre ou basique de plomb : selon les nuances que l'on veut avoir on fait varier les proportions des deux sels : quand on prend l'acétate neutre de plomb, la couleur est d'autant plus franchement jaune que la proportion de sel de plomb est plus considérable ; au contraire, plus on augmente celle du bichromate, plus elle tire sur le rouge.

Si l'on veut la couleur orange, il faut employer l'acétate basique de plomb ; et pour toutes ces préparations on doit se servir d'eau de pluie ou d'eau distillée par le générateur.

Pour colorer en jaune on se sert aussi d'une laque retirée du quercitron.

On prépare la couleur chamois en dissolvant 1 kilogr. de sulfate de fer, ou *couperose* de Beauvais, dans dix fois son poids d'eau, et en y ajoutant ensuite 1 kilogr. de chlorure de chaux ; on agite pendant quelque temps, puis on ajoute à la liqueur claire une dissolution de cristaux de soude jusqu'à ce qu'il y ait une légère réaction alcaline ; on laisse déposer, on décante la liqueur et on lave de même.

On produit aussi la couleur chamois avec une laque de *rocou* obtenue en faisant bouillir 1 kilogr. de rocou avec 1 kilogr. d'une lessive de potasse caustique à 9°; on fait bouillir jusqu'à dissolution complète, on met assez d'eau pour faire 40 litres, et l'on filtre la liqueur, à laquelle on ajoute 2 litres de dissolution de nitrate d'étain.

La couleur verte s'obtient de différentes nuances par des mélanges à proportions variables de bleu et de jaune. On se sert aussi, mais à tort, de vert de Scheele et de vert de Schweinfurt.

Lorsqu'on veut avoir le vert olive il faut mêler du sulfate de fer à une dissolution de quercitron.

Pour le gris il faut mêler plus ou moins de couleur noire à la pâte, selon la nuance que l'on désire. On achète le noir tout préparé; mais on peut en avoir facilement au moyen de la dissolution de pyrolignite de fer et de décoctions de campêche, ou de sumac, ou de noix de galle, ou de hablah, prises isolément, ou bien de leur mélange.

Pour les papiers d'emballage on se sert de substances minérales naturelles peu coûteuses.

Quelques matières que l'on ajoute au papier pour le colorer et pour augmenter son poids présentent des dangers quand ce papier est destiné à envelopper des substances alimentaires, et quand ces matières sont employées en très-grande quantité elles ont encore l'inconvénient de diminuer de beaucoup la solidité du papier. Lorsqu'on n'ajoute à la pâte que ce qui est nécessaire pour le collage, le papier ne doit pas laisser beaucoup plus de $\frac{1}{2}$ à $\frac{3}{4}$ pour 100 de cendres; si la proportion est sensiblement plus forte, c'est qu'il y a eu addition de matières étrangères. Le papier à filtrer doit laisser moins de cendres que les autres; et pour les analyses celui qui est préparé d'après la méthode de Berzelius n'en doit laisser que des traces à peine sensibles. Ils est souvent utile et même nécessaire de connaître la quantité et la nature des substances ajoutées à la pâte : pour cela il faut incinérer un poids donné de papier, 100 grammes par exemple, pour y chercher de quoi elles sont composées.

Quand on passe le papier entre deux cylindres dont l'un est de bronze gravé et l'autre fabriqué avec des rondelles de papier fortement comprimées, au centre desquelles passe un axe en fer, le papier se gaufre et reproduit en saillie les dessins du cylindre de bronze.

Les cylindres de papier bien tournés offrent une grande solidité et une surface très-polie : leur usage s'est beaucoup multiplié.

Il est facile de reconnaître si le papier a été collé à la résine et à l'amidon ou à la colle animale : quand c'est à la résine le papier se colore immédiatement en bleu, par l'amidon qu'il contient, si on l'humecte avec la dissolution aqueuse d'iode. Quant au collage à la gélatine, on pourrait le reconnaître à la quantité d'azote qu'il donnerait par l'analyse élémentaire; mais comme on aurait un résultat semblable par les débris de laine ou de soie que le papier pourrait contenir, il vaut mieux y rechercher la gélatine en le traitant par l'eau bouillante, filtrant et la précipitant par une dissolution de noix de galle.

On fabrique avec les intestins d'animaux une sorte de papier très-solide et imperméable, et qui est probablement celui dont on se sert en Allemagne pour faire les gargousses de canon ; il se crispe quand on le fait bouillir avec de l'acide acétique, et donne beaucoup de vapeurs ammoniacales lorsqu'on le calcine dans un tube de verre fermé par un bout.

Lorsqu'on plonge le papier dans l'acide nitrique concentré et qu'on le lave immédiatement après, jusqu'à ce que l'eau ne soit plus acide, il devient très-ferme, un peu transparent, et n'est plus perméable à l'eau ; c'est pourquoi M. Pelouze, qui le premier a observé ce fait, l'avait proposé pour les gargousses : il est transformé en une sorte de pyroxile ; mais pour cette préparation il faut éviter d'employer un papier collé, surtout avec de l'amidon, car l'amidon nitrique peut se décomposer instantanément à la température ordinaire.

FABRICATION DU PAPIER PEINT.

C'est encore en Chine que cette industrie a été créée ; elle y existe de temps immémorial : ce n'est que depuis 1748 environ qu'elle a été essayée en France. Les dessins sont gravés en relief sur des planches de bois de poirier, mais cette sorte de papier ne sert que pour tenture. Il y en a une autre, qui ne se fait pas en rouleau, mais en feuilles détachées, que l'on vend en rames comme le papier à écrire, et qui sert pour la couverture des livres, des cartonnages, etc. Ces derniers se préparent feuille à feuille, et constituent une industrie tout à fait différente de celle des papiers de tenture.

PAPIER DE TENTURE.

La fabrication de ce papier est un peu simplifiée depuis qu'on fait le papier continu à la mécanique, qui est livré tout rogné et que l'on n'a plus qu'à couper de la longueur que le rouleau doit avoir. Avant que l'on fît du papier continu, chaque rouleau était fait avec 24 feuilles, qu'il fallait rogner exactement en équerre et coller ensuite bout à bout. Cette manipulation n'était pas difficile ; les ouvrières qui en étaient chargées acquéraient promptement une telle habitude qu'elles opéraient bien rapidement ce collage : c'était cependant une perte de temps et d'espace.

Pour peindre le papier on se sert de procédés ayant une grande

ressemblance avec ceux qui sont employés pour les toiles peintes. C'est par impression que l'opération se fait, avec des cylindres, mais en aussi grand nombre qu'il y a de couleurs diverses à appliquer. Ce procédé, plus rapide, n'est pas encore généralement employé en France, car il n'y a en ce moment qu'un seul fabricant à Paris qui imprime à la machine, et il n'en a qu'une; mais c'est le seul dont on se serve en Angleterre : le papier imprimé par ce procédé revient à un prix moins élevé; aussi les papiers de tenture y coûtent-ils sensiblement moins cher qu'en France. A Manchester, où il y a beaucoup de ces fabriques; une d'elles a dix machines semblables, dont chacune fait quinze cents rouleaux par vingt-quatre heures, et un fonds de roulement de six millions, somme dont ne pourraient disposer les fabricants de Paris réunis; aussi est-il à craindre maintenant que leur industrie ne soit perdue, au moins pour quelque temps.

Avant d'imprimer les dessins que le papier doit recevoir, on commence par lui donner une teinte uniforme, qu'on nomme *fond*, et qui est d'une couleur quelconque à laquelle on a ajouté de la colle animale. Pour appliquer le fond, l'ouvrier se sert de deux brosses rondes à longs poils qu'il trempe un peu dans la couleur préparée. Le dos de ces brosses est garni à ses deux extrémités de lames de cuir dans lesquelles il passe les mains ; il promène légèrement ces brosses sur toute la surface du papier, et après lui deux aides, avec d'autres brosses à longs poils, étendent légèrement aussi et uniformément cette couleur sur le papier; lorsqu'un rouleau est entièrement foncé, les ouvriers le posent sur l'*étendoir* pour qu'il sèche.

L'étendoir dont chaque atelier est pourvu, excepté ceux où s'opèrent le lissage et le satinage, est formé par deux liteaux parallèles en bois qui sont écartés l'un de l'autre de 65 centimètres; ils vont d'un bout à l'autre de l'atelier au milieu duquel ils sont placés; ils sont solidement soutenus, à 1 décimètre du plafond, par des consoles en bois scélées au plafond ; pour supporter les rouleaux on pose en travers sur les liteaux des baguettes en bois léger, rondes, droites, longues de 70 centimètres au moins, qu'on place sur les liteaux au moyen d'une règle en bois taillée en gouttière dans toute sa longueur et emmanchée à une autre règle placée perpendiculairement au centre, et assez longue pour que l'un des aides, qui est un enfant, puisse sans peine disposer les baguettes sur les liteaux aux distances convenables : cet outil se nomme *ferlet*.

La pièce ou rouleau, dont la longueur est de 10^m 395, est courbée en quateaur moyen de deux baguettes seulement; la première ba-

guette est placée au quart de la longueur de la pièce; on la soulève au moyen du ferlet, qui placé de biais permet de passer la baguette entre les liteaux, et en la redressant en équerre de la poser de manière à ce que chaque portion du rouleau pende à quelques centimètres du mur ou des autres portions de la pièce antérieurement suspendues; l'enfant place une seconde baguette à la même distance de l'autre extrémité du rouleau et pose de même la baguette sur les liteaux à 15 ou 20 centimètres de la première, de telle sorte que chaque pan du rouleau se trouve écarté de 5 à 6 centimètres des autres; on laisse ainsi les rouleaux suspendus jusqu'à ce qu'ils soient parfaitement secs.

Lorsqu'on les enlève de l'étendoir, on les roule pour les transporter plus facilement dans les autres ateliers.

C'est sur le fond quand il est parfaitement sec que l'on imprime les dessins : que ce soit au moyen de planches ou de cylindres, il en faut autant qu'il y a de couleurs différentes à imprimer. Le dessinateur peint le modèle de manière à ce que les contours de chaque couleur soient parfaitement distincts, car pour chacune d'elles il faut que le graveur ne fasse que le relief qui doit les appliquer.

On conçoit l'exactitude extrême qu'il faut de la part du graveur pour faire concorder parfaitement les saillies qui doivent imprimer chaque couleur; il faut en outre que chaque planche ait des points de repère, sans lesquels l'ouvrier ne pourrait poser les planches assez exactement pour que chaque couleur soit parfaitement à sa place.

Pour que l'impression soit bien marquée, il est nécessaire d'appliquer sur la planche une quantité suffisante de couleur seulement, mais pas plus; car si l'on en mettait trop cela pourrait dépasser les limites du saillant de la gravure. Pour mettre la couleur sur la planche on se sert soit d'un baquet (*fig.* 595), soit d'une caisse en bois bien jointe et mastiquée en dedans de manière à ce qu'elle soit parfaitement étanche; ses dimensions sont calculées de sorte qu'elle soit plus grande que les planches les plus grandes; la profondeur du baquet ou de la caisse est de 25 centimètres environ; on y introduit des rognures de papier et de l'eau à une hauteur de 16 à 17 centimètres, et l'on pose dessus un tambour CD; si c'est un baquet

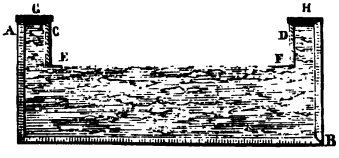
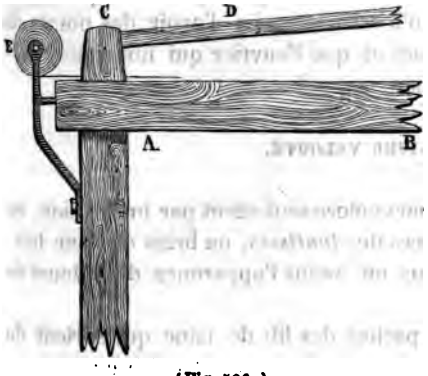


Fig. 595.

ou une caisse dont le fond est composé d'une peau de veau EF fortement tendue, elle pose sur l'eau de la première caisse, qui forme avec les rognures de papier une sorte de support élastique, qui résiste mollement à la pression que l'ouvrier exerce sur la peau du tambour quand il applique dessus la planche gravée, afin de la charger convenablement de la couleur que l'aide y dépose. Les bords du tambour ou cadre sont au même niveau que ceux du baquet ou de la caisse; il y a entre les deux une distance de 25 millimètres. La caisse et le tambour sont réunis en haut par des liteaux GM parfaitement lutés, pour que l'eau ne puisse pas jaillir lorsqu'on exerce la pression.

La couleur ne se dépose pas sur la toile du tambour, mais sur un drap fin tendu sur un châssis; l'aide étend un peu de couleur sur ce drap au moyen d'une brosse; il faut que la couche soit très-mince et de la même épaisseur sur toute la surface du drap.

L'impression est fort simple. Une longue table, ou un établi (*fig.* 596) composé d'une forte planche, épaisse de 10 à 11 centimètres AB, et monté à demeure sur des pieds solidement assemblés, est muni à l'une de ses extrémités, et en dessus, d'une forte traverse en bois C au milieu de laquelle un levier D, de 2m 50 de long, joue par une charnière qui lui sert d'appui. Le rouleau peut en se dévidant passer librement sous la traverse; il est d'ailleurs traversé dans son axe par une tringle de fer posée sur deux fourchettes E fixées à l'établi, dans lesquelles elle peut tourner librement et permet ainsi de dévider le rouleau au fur et mesure que l'impression avance; la tringle est retenue sur ces forchettes par deux clavettes.



(Fig. 596.)

Lorsque l'ouvrier veut commencer il dévide une certaine longueur du rouleau, qu'il fait passer au-dessous de la traverse: pendant ce temps son aide a mis de la couleur sur le drap du châssis; l'ouvrier y pose la planche gravée dessus et appuie légèrement, puis il l'enlève et la reporte sur le papier; il met ensuite sur la planche un appareil

en bois, que l'on nomme *tasseau* (*fig.* 597): c'est une sorte chevalet qui sert à régulariser la pression qu'il exerce au moyen du levier sur la planche gravée; pendant qu'il opère ainsi, son aide met de nouveau de la couleur sur le drap, puis il tire le rouleau en faisant passer ce qui est imprimé sur un chevalet mobile, qu'il éloigne au fur et mesure que la pièce avance. L'ouvrier pour continuer reprend la planche, et au moyen des repères la place convenablement, à la suite de ce qu'il vient d'imprimer. L'ouvrage continue ainsi jusqu'à ce que le rouleau soit entièrement imprimé; on l'accroche alors sur l'étendoir de la même manière que pour le faire sécher après y avoir mis le fond; mais avant de le suspendre ainsi l'ouvrier examine la pièce pour voir s'il n'y a pas quelques manques, afin de les corriger avec un pinceau.

(Fig. 597.)

On ne peut imprimer une nouvelle couleur que quand la précédente est parfaitement sèche, et c'est principalement pour qu'il n'y ait pas de confusion qu'il est nécessaire d'avoir des points de repère parfaitement marqués et que l'ouvrier qui imprime y apporte la plus grande attention.

PAPIER VELOUTÉ.

Le papier n'est pas toujours coloré seulement par impression, on y fait aussi adhérer par places des *tontisses*, ou brins de laine très-courts, qui lui donnent plus ou moins l'apparence du velours de laine.

On nomme tontisses les parties des fils de laine qui sortent du drap et le rendent pelucheux quand il vient d'être fabriqué, et que l'on enlève avec un instrument que l'on nomme *tondeuse*. On doit assortir les tontisses de même couleur pour les employer telles qu'elles sont; mais il en est dont la couleur est mauvaise ou ne peut convenir, tant par elle-même que par son défaut d'intensité : celles-ci doivent être teintes de nouveau; mais avant de les reteindre il faut les blanchir le mieux possible. Pour cela, les tontisses sont placées dans une dissolution de savon : on se sert de savon de Flandre de préférence, selon M. Roard; on chauffe à + 75° c. jusqu'à ce qu'elles soient bien nettoyées, puis on les lave à grande eau et on les expose sur le pré pendant huit ou dix jours; on lave de nouveau et l'on dessèche en partie seulement pour les plonger dans des bains de

teinture convenables, et dont nous donnerons les compositions en parlant de la teinture en général. On retire la tontisse du bain lorsqu'elle a pris la teinte que l'on veut, puis on la fait sécher sur des carrelets en toile.

Cette tontisse est composée de fils beaucoup trop longs, quelque courts qu'ils paraissent; lorsqu'elle est bien sèche, on est obligé de la moudre dans un moulin conique. Ce moulin est disposé de telle sorte que l'on peut à volonté rapprocher la *noix* du *boisseau*, ou cône creux qui l'entoure, lequel, de même que la noix, est garni de lames tranchantes formant spirale; au sortir du moulin cette laine est blutée pour en séparer la tontisse qui n'est pas encore assez fine et que l'on repasse au moulin pour être blutée de nouveau.

Pour appliquer la tontisse sur le papier, l'appareil dont on se sert, et que l'on nomme tambour, est une caisse longue de $2^m,50$, haute de $0^m,50$, dont la largeur du fond, qui, formé par une peau fortement tendue, est de $0^m,65$, et celle du haut est d'environ 1^m. Cette caisse, qui a un couvercle à charnière, est montée sur quatre pieds ayant $0^m,75$ de hauteur.

Lorsqu'on veut faire adhérer de la tontisse sur certains dessins du papier, il faut imprimer ces dessins avec un encollage particulier, qui ne soit pas susceptible d'attirer l'humidité de l'air et de se ramollir par elle. Cette encaustique est composée d'huile de lin lithargirée et de blanc de plomb. On procède à cette impression de la même manière que pour les couleurs. L'aide étend ce mordant sur le drap du baquet à couleur; l'ouvrier pose la planche dessus, il la presse, puis il l'enlève; mais avant de l'appliquer sur le papier il étend l'encaustique avec un tampon pour en rendre le dépôt plus uniforme, et ce n'est qu'alors qu'il la pose sur le papier, en faisant attention aux points de repère.

Lorsque l'encaustique est imprimée sur une longueur de près de $2^m,50$, l'aide couche cette partie dans le tambour, sur la peau duquel il a saupoudré également de la tontisse; il ferme ensuite le couvercle, et avec des baguettes il frappe régulièrement la peau, et fait ainsi soulever en nuage cette tontisse, qui retombe sur le papier et s'attache seulement à la partie imprimée; il continue ainsi jusqu'à ce qu'elle en soit entièrement couverte; il dépose ses baguettes, et quelque temps après il ouvre le couvercle, frappe le papier en dessous pour en détacher la quantité de tontisse de laine qui est en excès; après quoi il recommence à imprimer une longueur pareille, et continue l'opération de la même

manière jusqu'à la fin du rouleau, qui alors est placé sur l'étendoir.

On obtient ainsi des teintes plates, parce que la tontisse a partout le même ton de la couleur qu'on lui a donnée. L'opération par laquelle on forme les ombres et les clairs se nomme *repiquage*, et se fait en étendant le rouleau sur l'établi, puis au moyen de planches gravées et de couleur en détrempe, l'ouvrier fait les ombres et les clairs en faisant concorder les points de repère.

Il est évident qu'on arriverait au même résultat si l'on imprimait l'encaustique avec trois ou quatre planches successivement en se servant pour chacune d'une tontisse de la même couleur, mais d'une nuance différente, et en passant chaque fois au tambour.

Lorsqu'on veut appliquer de l'or on commence par imprimer de l'encaustique au moyen de planches sur les places qui doivent être dorées, puis on y applique de l'or vrai ou faux, en feuilles, comme pour la dorure des reliures, et de même pour l'argent.

Dans tous les cas, lorsque ces opérations sont terminées il est nécessaire de suspendre les rouleaux à l'étendoir.

Le papier que l'on colore pour les cartonnages, la reliure, les fleurs artificielles, etc., est fait avec des feuilles de dimensions convenables, mais ne doit pas avoir été plié en mains, comme celui qui sert pour écrire; il faut qu'il soit blanc, suffisamment collé et livré en paquets de 500 feuilles, ce qui correspond à une rame; si le papier n'est pas assez collé, ce que l'ouvrier reconnaît facilement, il applique feuille à feuille de la colle avec une brosse à longs poils, et prépare ainsi une rame entière : chaque feuille collée est enlevée par l'aide avec un *ferlet*, qui diffère de celui des papiers de tenture en ce qu'il est formé d'un bâton rond poli, monté de même en T : le bâton est plus long que les feuilles; cet instrument sert à placer les feuilles à cheval par moitié sur des cordes tendues horizontalement dans l'atelier. Ces cordes forment plusieurs étages, assez espacés pour que les feuilles du premier étage se trouvent à une petite distance de celles du second, et ainsi de suite.

On laisse ces feuilles sécher complétement. Alors l'ouvrier les reçoit de son aide, et avec une brosse semblable à celle qui sert au collage il y applique la couleur qu'il veut; il opère toujours sur une rame entière, l'aide posant sur l'étendoir chaque feuille dès qu'elle est colorée.

Lorsque la couleur est sèche on lisse, on satine les feuilles comme le papier en rouleau, au moyen d'un appareil que nous décrirons à la fin de ces divers genres de fabrication.

Pour le papier jaspé ou guilloché, on emploie deux nuances de la même couleur; on commence par faire le fond avec la nuance claire, et lorsqu'il est sec on dépose la nuance plus foncée soit en se servant d'une éponge taillée, soit en se servant d'une planche gravée comme pour l'impression. Le papier granit demande un fond plus clair que la couleur qui doit être appliquée après. Tout le monde a pu voir comment les peintres en bâtiment obtiennent le granit : l'ouvrier procède ici de la même façon; il trempe dans la couleur un pinceau de racine de chiendent et à long manche; il le presse contre le bord du pot pour qu'il y reste très-peu de la couleur; puis en frappant le manche sur une barre, il la fait tomber sur le fond par petites gouttelettes qui se répandent presque uniformément; à mesure que le pinceau ou ballet retient moins de couleur il frappe plus fort : s'il doit graniter à deux couleurs, dès qu'il en a déposé une, il agit de même pour la seconde, sans attendre que la première soit sèche. Enfin, on met les feuilles sécher, puis elles sont lissées et satinées.

MARBRURE.

Les papiers marbrés dont se servent les relieurs exigent un travail tout à fait spécial. Les couleurs doivent être réduites en poudre impalpable sous la molette, et broyées sur un marbre avec un mélange de cire jaune et d'essence de térébenthine ayant la fluidité épaisse du miel et avec un peu d'eau alcoolisée; la consistance du tout doit être celle de la bouillie, et telle qu'il ne puisse pas couler du couteau à broyer quand on le renverse : dès qu'une couleur est ainsi préparée on la met dans un pot, que l'on recouvre.

D'autre part on dissout un fiel de bœuf dans son poids d'eau, et l'on y ajoute 18 grammes de camphre dissous dans 25 grammes d'alcool à 90° c.; on mélange parfaitement, et l'on filtre. Cette préparation, qui est la colle de la couleur, doit être faite chaque jour parce qu'elle s'altère promptement.

Chaque couleur préparée avec cette solution est mêlée de fiel en quantité telle que ce ne soit ni trop épais ni trop clair; cependant on délaye plus clair que les autres la couleur qui doit être versée la première sur le baquet à la gomme; on suit en général un ordre constant pour cela.

Le baquet à la gomme est destiné à produire la marbrure; il a dans tous les sens 1 décimètre de plus que la plus grande feuille

de papier ; cette caisse, parfaitement mastiquée, n'a que 8 centimètres de profondeur. On y introduit une liqueur faite en dissolvant 90 grammes de gomme adragante dans 5 litres d'eau environ : il faut que la consistance soit telle que les couleurs que l'on jette à la surface ne puissent s'y mêler : c'est pourquoi l'on fait à part une dissolution de gomme plus épaisse, afin d'augmenter la force de celle du baquet si elle n'est pas suffisante.

Pour disposer le baquet, on y introduit d'abord 200 grammes d'alun en poudre très-fine, puis on verse dessus la dissolution de gomme jusqu'à ce qu'elle ait une hauteur de 3 centimètres ; on agite fortement à diverses reprises jusqu'à ce que l'alun soit dissous, puis on l'essaye pour voir si la consistance est convenable ; si elle est trop faible, on ajoute de la dissolution plus concentrée de gomme ; si elle est trop forte, on y met de l'eau, car il faut qu'elle soit assez mobile pour que les couleurs qu'on projette à sa surface puissent facilement s'étendre en les agitant. Ces couleurs en général ne sont pas mises indifféremment les unes avant les autres : on met d'abord la laque carminée, puis la terre d'Italie, enfin l'indigo, dont on fait ordinairement deux sortes : dans la dernière on ajoute un peu d'essence de térébenthine.

Avec une sorte de pinceau fait de brins de longues soies de porc, emmanché dans une branche d'osier fine et de 25 centimètres de long, l'ouvrier prend l'une après l'autre chaque couleur, qu'il jette successivement à la surface de la gomme ; il agite un peu avec une baguette de temps en temps pour faire varier la disposition des marbrures, et prend ensuite la feuille de papier qu'il pose horizontalement sur la couleur, en l'enfonçant légèrement, puis la retire, et son aide la pose sur l'étendoir. Lorsque la couleur est un peu épuisée, il en ajoute une nouvelle quantité.

Tous ces papiers simplement colorés, ou granités, ou marbrés, sont lissés et satinés lorsqu'ils sont secs. Lorsqu'on veut donner un aspect nacré aux papiers colorés en gris-perle, on commence par les satiner, puis avec un pinceau en blaireau on passe dessus une dissolution d'écailles d'ablette dans le vinaigre, à laquelle on ajoute de l'ammoniaque ; on laisse sécher, on lisse comme à l'ordinaire, et ensuite on achève avec une lisse en verre pour donner le poli à la surface.

On recouvre quelquefois entièrement le papier de feuilles d'or ou d'argent, ou d'étain, ou de matière métallique que l'on nomme bronze de couleur, et dont nous avons décrit la fabrication (t. II,

page 348) ; l'étain s'applique aussi en poudre impalpable obtenue par précipitation. Pour cette opération, le papier doit être collé comme pour le papier de tenture : on applique le métal en feuilles sur le papier, on le comprime sous une presse en le couvrant de planches, puis on le lisse. Celui qui a été saupoudré avec des poudres métalliques est aussi comprimé; mais après avoir été lissé on le passe en outre à la lisse en verre.

Il est clair que quand le métal ne doit être appliqué que sur des dessins, on l'imprime avec une planche gravée qui ne porte que sur les endroits qui doivent avoir de la colle; on met le métal en feuille ou autrement, on comprime, puis on brosse légèrement pour enlever ce qui se trouve en dehors des dessins. Après ces opérations, les papiers sont mis à l'étendoir.

PAPIERS MAROQUINÉS.

La fabrication du papier maroquiné demande l'emploi de belles laques, d'encollages particuliers, qui varient même selon la nature de la couleur dont on se sert. On achève par l'application d'un vernis à la gélatine, et enfin par la pression au moyen de cylindres en faisant passer entre eux le papier posé sur une planche de cuivre gravée qui imprime le grain du maroquin plus ou moins fin. La plupart de ces recettes sont peu rationnelles : nous ne les donnerons donc que très-sommairement.

On obtient le rouge par trois bains successifs : 1° une laque au chlorure d'étain, faite avec 50 parties de bois de Brésil et 3 de cochenille; on la fait bouillir avec son poids d'amidon et 10 fois son poids d'eau de rivière pour l'appliquer des deux côtés du papier; lorsque cette première couche est sèche, on met d'un seul côté deux couches d'un bain composé d'eau tiède et de 20 parties de la laque, $3\frac{3}{4}$ de vermillon, $1\frac{1}{4}$ d'amidon, que l'on fait bouillir dans 80 d'eau de gomme adragante faible obtenue en dissolvant 1 partie de gomme dans 80 d'eau. On termine par une couche formée par un bain de 12 parties de laque, 1 d'amidon et 128 d'eau; lorsque cette dernière couche est sèche on met un vernis, qui peut être composé de 25 de gomme arabique, 3 de sucre candi dissous dans leur poids d'eau, d'une quantité d'eau-de-vie égale au tiers de l'eau employée et de blancs d'œuf battus. On fait un vernis plus simple au moyen de pieds de veau ou de mouton, ou de gélatine sèche bien blanche,

avec ou sans gomme adragante; on l'applique chaud avec une éponge fine. Ces différents vernis s'appliquent de même sur toutes les autres couleurs, et ce n'est qu'après que l'on gaufre en maroquin.

Le bleu de roi se fait au moyen de trois teintes successives : la première avec du bleu de Prusse : 4 pour 100 de son poids de sulfate d'indigo et un peu plus d'eau que leur poids total; la deuxième couche se fait seulement au bleu de Prusse ; puis on renouvelle la première, et l'on vernit ensuite.

Pour le bleu que l'on nomme bleu hirondelle, on ajoute un peu de laque rouge et de l'eau de gomme adragante.

Le jaune s'obtient du curcuma, que l'on fait bouillir avec du lait; on passe, et l'on fait deux bains après avoir encollé.

On fait le vert en ajoutant à une dissolution de graine d'Avignon ou de Perse le dixième du poids de la graine en alun de Rome, puis à la liqueur refroidie autant de bleu de Prusse que de graine, et autant de sulfate d'indigo que d'alun : pour le vert clair on en met une couche, pour le vert plus foncé l'on en met deux.

Le violet se prépare par un bain de bois d'Inde traité par 12 fois son poids d'eau et 12 pour 100 d'alun; on ajoute au bain passé au tamis le tiers de son volume de dissolution de gomme adragante pour les deux premières couches; on l'emploie sans gomme pour la troisième.

FABRICATION DU CARTON.

Les vieux papiers sont employés pour la fabrication du carton; on les humecte, on les met en tas, et on les abandonne ainsi à une sorte de fermentation ou pourrissage pendant quinze ou vingt jours. Pendant ce temps la désagrégation commence à se produire en même temps que les matières étrangères d'origine organique se détruisent; au bout de ce temps on broie cette espèce de pâte avec de l'eau dans une auge circulaire, à l'aide d'une meule verticale.

Lorsque la pâte est ainsi délayée, on y ajoute un peu de colle animale et on la met en feuilles, plus ou moins épaisses au moyen de formes semblables à celles qui servent à faire le papier, mais dont l'encadrement mobile est plus haut afin de recueillir sur la toile une plus grande quantité de pâte : la hauteur de cet encadrement varie d'ailleurs selon l'épaisseur que l'on doit donner au carton. Lorsque la pâte est égouttée on la pose de même sur des flôtres en laine, que l'on empile comme pour le papier à la forme, puis on soumet à l'ac-

tion de la presse, après quoi les feuilles enlevées sont séchées à l'air en les étalant sur le pavé d'une cour, ou le long des murs.

Pendant cette dessiccation, faite avec peu de soin, le carton se gode : c'est pourquoi lorsqu'il est presque sec on le met en presse pour redresser les feuilles, qui acquièrent alors beaucoup plus de fermeté, et la dessiccation s'achève à l'étuve ; on le passe ensuite entre des cylindres, qui compriment encore plus le carton et augmentent sa solidité.

Les cartons fins qui servent à confectionner ce que l'on nomme le cartonnage sont faits avec des feuilles de papier entre lesquelles on met de la colle de pâte ; pour les plus communs ce sont des feuilles de papier gris entre deux feuilles de papier blanc commun. Pour les cartonnages plus fins on ne se sert que de papier blanc, dont la qualité varie encore selon les différents prix des cartons que l'on veut obtenir : tous les cartons fins sont lissés entre des plaques de zinc polies.

Lorsque ces cartons sont secs on les presse ; souvent même on les lisse entre des cylindres polis, comme, par exemple, pour ceux qui servent à la fabrication des cartes à jouer.

Si la pulpe de pommes de terre provenant de la fabrication de la fécule et celle de betteraves ne trouvaient pas leur emploi dans la nourriture des bestiaux, on pourrait s'en servir pour fabriquer du carton, en l'ajoutant en quantité considérable à la pâte de vieux papier ; mais il faudrait préalablement épurer ces pulpes avec de l'acide sulfurique faible, les laver, puis les humecter avec un peu d'ammoniaque, qui formerait un pectate et rendrait inutile l'emploi d'un collage quelconque. On fait aussi du carton avec les pailles avariées.

Le carton-pierre de M. Romagnesi, qui sert à fabriquer des ornements légers, que l'on moule facilement au moyen de moules en bronze légèrement huilés, est fabriqué en mêlant à de la pâte de papier du ciment, de l'argile blanche et de la craie, et en y ajoutant un fort collage animal. Ces ornements ne sont applicables que dans l'intérieur des appartements.

FABRICATION DE L'AMIDON ET DE LA FÉCULE.

On donne plus généralement le nom d'amidon à la fécule extraite des céréales ; on le tire de préférence des farines de froment, de seigle, d'orge qui ont été un peu avariées et qui ne pourraient entrer sans inconvénient dans la fabrication du pain ou dans celle de la

bière ; car alors le gluten, nécessaire à la production d'une pâte liée convenablement ou à la production de la levûre, a plus ou moins disparu, ainsi que les principes albuminoïdes et le glucose, tandis que l'amidon s'est maintenu sans altération sensible.

On extrait l'amidon de ces matières par deux procédés : le plus ancien est fondé sur une fermentation qui détruit à la longue le gluten en produisant des composés infectes, mais solubles : il n'est bon que pour les grains et farines avariés : l'autre procédé demande beaucoup moins de temps, mais il nécessite une action mécanique et un peu plus de main-d'œuvre, dont la dépense est compensée par la plus grande quantité d'amidon qu'on obtient et le gluten que l'on recueille : mais ce mode de traitement exige des farines très-saines, car le gluten qu'on en retire est employé à la confection de pains et de pâtes plus nourrissants que ceux que donne la farine seulement.

PROCÉDÉ PAR LA FERMENTATION.

Pour obtenir l'amidon par ce moyen on mout grossièrement les grains et l'on délaye la farine avec de l'eau : pour une première opération on pourrait ajouter un peu de vinaigre ou de petit-lait aigri à l'eau, afin de déterminer plus vite la fermentation putride ; mais dès que l'on en a déjà fait une, on délaye la farine avec l'eau qui en provient et à laquelle on donne le nom d'*eau sure :* elle contient des acides acétique et lactique, probablement un peu d'acide butirique, qui proviennent de l'altération du sucre et des matières albuminoïdes ; elle contient encore d'autres produits de l'altération de ces dernières substances, qui agissent comme des ferments ; elle contient en outre des acides carbonique et sulfhydrique, de l'acétate d'ammoniaque, du phosphate de chaux tenu en dissolution par les acides libres, un peu de dextrine, du gluten soluble et d'autres principes azotés.

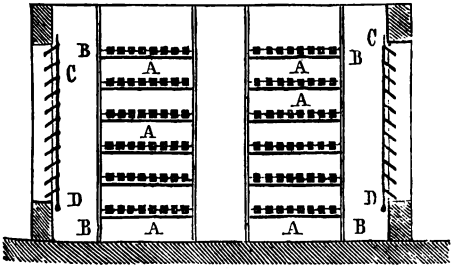
L'opération se fait dans des cuves, et dure de vingt à trente jours, plus ou moins, suivant la température. Lorsque les grains sont avariés, l'on commence par les moudre très-grossièrement afin de faire le moins possible de son qui soit fin.

La fermentation terminée, on décante l'eau sure pour la faire servir à une nouvelle opération, puis on fait successivement plusieurs lavages par décantation pour entraîner toutes les parties étrangères solubles et celles qui, plus légères que l'amidon, restent en

suspension : dès que l'eau sort claire, on délaye de nouveau l'amidon avec de l'eau pour le passer à travers une toile métallique ayant 10 ou 12 mailles par centimètre carré, qui sépare les débris les plus grossiers, tels que le son, etc., qui ont pu se déposer avec l'amidon; on le délaye de nouveau pour le passer à travers un tamis de soie qui a de 40 à 48 mailles par centimètre carré.

On laisse alors déposer tranquillement l'amidon : comme il est plus pesant que les corps étrangers très-fins qui peuvent encore être mêlés avec lui, ces corps se trouvent à la surface mêlés avec une proportion assez notable d'amidon qu'ils colorent en brun; on décante l'eau, et l'on enlève la couche supérieure avec une spatule jusqu'à ce que l'on arrive à l'amidon, pur, ce que l'on reconnaît à sa blancheur. On le place alors dans des auges en osier garnies de toile en dedans et qu'on nomme *bachots*, semblables pour la forme à celles dans lesquelles les maçons gâchent le plâtre, mais moins évasées et dont les parois à claires-voies laissent égoutter l'amidon; on porte le tout sur une aire épaisse en plâtre sur laquelle on renverse l'auge, dont le pain d'amidon se détache et où il achève de s'égoutter.

Au bout de quelque temps on découpe les pains en prismes dont les bases ont environ 25 centimètres de côté et dont la hauteur est de 8 centimètres ; on les porte dans un séchoir, qui est une longue chambre dans laquelle sont disposées des étagères composées de tringles A (*fig.* 598), qui sont soutenues par les traverses, et celles-ci par des montants en bois B, et sur lesquelles on les abandonne pendant vingt-quatre heures, ou moins si le temps est sec. Les fenêtres de ce séchoir sont garnies de persiennes dont les planchettes, mobiles, tenues par des tringles CD, peuvent être plus ou moins ouvertes de manière à laisser l'air se renouveler plus ou moins facilement : en tous cas il est nécessaire que le séchoir ne soit pas exposé aux poussières des routes, qui tacheraient l'amidon.



(Fig. 598.)

Lorsqu'on veut obtenir l'amidon en aiguilles, il faut envelopper chaque prisme avec du papier et le lier avec de la ficelle avant de le

porter dans une étuve à courant d'air chaud, que nous décrirons en parlant de la fécule de pomme de terre, et dont la température ne doit pas dépasser + 40° en commençant ; si l'on employait de l'air trop fortement chauffé avant que la dessiccation fût arrivée à un degré assez avancé, l'amidon se convertirait en empois ; ensuite il est bon de l'élever graduellement, mais lentement, jusqu'à + 80°.

Lorsque l'opération a été bien conduite, on délie les pains ; ils se séparent en prismes irréguliers ou aiguilles qui ont été produites par le retrait : ces aiguilles sont d'autant plus grandes que les pains sont plus volumineux.

Si l'on veut obtenir l'amidon en poudre, on le laisse à l'air libre dans le séchoir pendant quelques semaines, puis on écrase les pains sous des rouleaux pour les porter sur des tables à tiroirs dans l'étuve.

Le procédé par fermentation donne au maximum 40 pour 100 d'amidon lorsque les froments sur lesquels on opère sont de bonne qualité.

EXTRACTION DE L'AMIDON PAR LAVAGE.

La fabrication de l'amidon par fermentation détruisant le gluten, c'est-à-dire le principe le plus nutritif de la farine, on a essayé plusieurs moyens de retirer l'amidon tout en conservant le gluten. Le premier procédé qui ait donné des résultats assez satisfaisants est celui de M. E. Martin, de Vervins. Voici comment il opère : la pâte, préparée assez ferme par 40 parties d'eau pour 100 de farine, est soumise à un lavage sur des toiles métalliques du n° 120 pendant environ vingt minutes, mais seulement quelque temps après que la pâte a été faite, une demi-heure en été et une ou deux heures en hiver ; sans cela le gluten n'aurait pas le temps de s'hydrater et les molécules ne seraient pas liées ensemble. Le lavage cesse dès que l'eau qui passe est devenue claire.

L'opération se fait dans une caisse en bois dont le fond seulement est fait avec la toile métallique que nous avons indiquée; mais comme cette toile offrirait trop peu de résistance, elle est doublée en dessous avec une toile métallique forte ; le laveur opère sur 5 kilogrammes de pâte, qu'il malaxe sous un courant d'eau produit par un tuyau terminé par une pomme d'arrosoir, qui la fait jaillir en filets minces ; on règle à volonté le courant d'eau au moyen d'un robinet : avant de l'ouvrir on remplit la caisse d'eau ; c'est en pres-

sant la boule de pâte sur la toile avec les deux mains que l'on opère ; on malaxe très-doucement d'abord, et l'on agit graduellement plus fort.

Quoique la toile métallique soit fine, et que l'on opère avec soin, il y a toujours quelques parcelles de gluten qui passent: aussi, bien que l'amidon soit d'un blanc pur, il est nécessaire de le laisser fermenter pendant vingt-quatre heures dans une chambre chauffée à + 20° : cette fermentation produit une écume qui sert de levûre pour une opération semblable, ce qui active l'opération.

On achève d'ailleurs la purification de cet amidon comme pour celui qui est obtenu seulement par fermentation, puis on le dessèche de la même manière, d'abord à l'air libre, puis à l'étuve.

Les eaux de lavage laissent déposer encore de l'amidon : au bout de deux ou trois jours on peut décanter, on l'enlève ensuite pour le faire égoutter sur des claies garnies de toiles et placées dans une chambre dans laquelle on établit un courant d'air, ou sous un hangar; quand il a acquis assez de solidité, on le coupe en cubes, que l'on dessèche d'abord à l'air libre, puis à l'étuve : de cette manière on en retire encore 10 pour 100 environ. Cet amidon grisâtre, connu sous le nom d'amidon gras, peut servir à la fabrication de la bière; dans les fabriques de toile peinte, on l'utilise aussi pour faire un empois qui peut être employé pour les couleurs un peu foncées.

On a imaginé plusieurs appareils pour remplacer la malaxation à la main, et ce mode de fabrication de l'amidon s'est multiplié en raison de l'emploi plus répandu du gluten.

Le gluten que l'on obtient pèse humide environ le quart de la farine d'où il a été extrait quand elle provient du nord et du milieu de la France ; les farines du midi en donnent un peu plus ; celles de Sicile, d'Alger, et principalement celles d'Odessa, en produisent une plus grande quantité. Il contient toujours quelques matières étrangères, et doit être purifié par un lavage.

Lorsque le gluten doit servir à fabriquer du pain, il faut l'employer frais; il se conserve dans cet état sans altération sensible pendant deux ou trois jours en hiver et pendant un seul en été : c'est pourquoi lorsqu'il doit être conservé il faut le dessécher graduellement; il perd ainsi 60 pour 100 de son poids. Souvent on le granule comme de la semoule, et il entre dans la confection des potages, qui alors sont beaucoup plus nourrissants que ceux qui sont préparés avec les diverses pâtes obtenues avec la farine seule; on prépare également de ces pâtes comme vermicelle, macaroni, etc., en ajoutant du gluten frais à la farine.

On peut aussi employer le gluten frais à la place de levûre : il détermine promptement la fermentation alcoolique, et l'on voit les globules de ferment se développer peu à peu au milieu du liquide; mais la fermentation ne s'établit sensiblement que lorsque ces globules produits sont en quantité assez notable.

EXTRACTION DE LA FÉCULE.

La fécule de pomme de terre a reçu de si nombreuses applications dans les arts, principalement depuis sa facile transformation en dextrine, que son extraction a pris petit à petit une extension considérable, et les procédés ont été améliorés et simplifiés ; certainement d'autres végétaux pourraient être plus productifs que la pomme de terre, mais ils demandent ou plus de soin ou un climat plus chaud que le nôtre, et quelquefois une terre d'une qualité supérieure et d'une grande profondeur, comme par exemple l'igname. D'ailleurs toutes les variétés de pommes de terre ne sont pas également avantageuses. Les unes, comme la *schaw*, originaire d'Écosse, sont plus hâtives, ce qui permet de commencer les travaux à une époque de l'année moins avancée; les autres, bien que donnant une moins grande quantité de tubercules, donnent cependant une plus forte proportion de fécule.

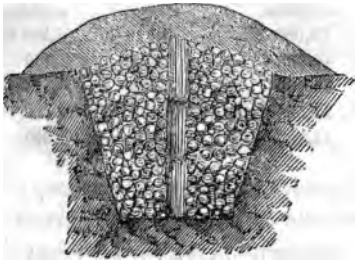
Néanmoins, le rendement en fécule ne peut pas être constant dans une variété quelconque; en effet, il dépend de la bonté du terrain et de l'humidité plus ou moins grande de la saison. Enfin, les pommes de terre qui rendent 17 de fécule pour 100 au moment où elles viennent d'être récoltées n'en donnent plus que 15 au bout d'un certain temps, par exemple vers la fin de janvier; au mois de mars elles n'en donnent que 13,5, et au mois d'avril que 13.

Cette diminution progressive est due en partie au développement des germes, autour desquels il se forme de la diastase; cette substance transforme peu à peu l'amidon en dextrine, qui étant soluble sert à l'accroissement des germes.

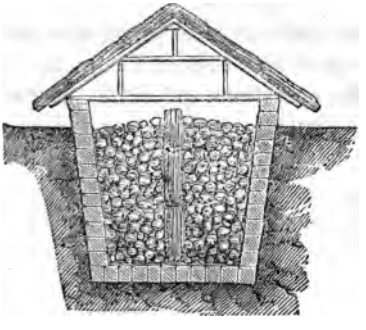
La fabrication devant durer pendant l'hiver et même le commencement du printemps, il est donc très-important de conserver les tubercules dans des magasins dont la température soit assez basse et aussi constante que possible ; il est nécessaire aussi qu'il n'y ait pas d'humidité. On se sert de caves, de celliers et plus souvent de silos, qui sont quelquefois recouverts d'un hangar dont le toit de chaume touche presque le sol ; il faut en effet éviter que les tuber-

cules ne soient atteints par la gelée, qui opère également une transformation de l'amidon : ce toit préserve en outre les silos des eaux pluviales, qui également seraient nuisibles. Ces silos couverts sont pratiqués, à l'usine de M. Dailly près de Trappes, à droite de la route de Brest. Ils sont faits avec plus de soin que ceux dont on se sert dans le nord pour la conservation des betteraves ; les côtés sont en maçonnerie ; leur profondeur est de 1 mètre, leur largeur de 15 mètres : lorsqu'il survient de fortes gelées, le toit ne suffit pas pour en garantir les tubercules, il faut les recouvrir de paille, sur laquelle on met une couche de terre.

Les autres silos sont souvent plus grands ; leurs dimensions en longueur varient de 25 à 100 mètres, sur 2 mètres de largeur et 1 de profondeur : on recouvre les tubercules d'une couche de terre de 30 centimètres, qui les met à l'abri des gelées quand elles ne sont pas trop fortes et trop longues ; en même temps, de distance en distance, on place verticalement des fascines qui servent de cheminées par lesquelles les gaz qui se forment peuvent se dégager. Les *fig.* 599 et 600 montrent les coupes transversales de ces deux sortes de silos.



(Fig. 599.)



(Fig. 600.)

On conçoit l'importance qu'il y a pour leur conservation à ne mettre que des pommes de terre saines, c'est-à-dire qui ne soient pas écrasées ou atteintes de la maladie qui sévit sur elles depuis tant d'années et qui se propagerait rapidement : celles qui seraient écrasées ou meurtries pourraient se putréfier et altérer ainsi les autres ; car elles renferment des principes azotés qui, bien qu'en faible quantité, détermineraient une fermentation nuisible. L'analyse suivante, donnée par M. Payen, montre la composition des pommes de terre :

Eau.	74,00
Fécule.	20,00
Épiderme, tissu cellulaire, pectose, pectine, etc.	1,65
Albumine et autres principes azotés.	1,50
Alparamide.	0,12
Matières grasses.	0,10
Sucre, résine, essence.	1,07
Silice, alumine, oxydes de fer et de manganèse, citrate de potasse, phosphates.	1,56
	100,00

De toutes les plantes nutritives que l'on cultive dans nos climats, la pomme de terre est celle qui donne par hectare la plus grande quantité de matière sèche utile, ainsi qu'on le voit par le tableau suivant :

	MATIÈRE VERTE.		MATIÈRE SÈCHE.	
	minimum.	maximum.	minimum.	maximum.
Pommes de terre.	21,000 kil.	28,000 kil.	5,119 kil.	6,562 kil.
Betteraves	28,000	40,000	3,200	6,000
Topinambours.	19,000	23,700	3,839	4,798
Navets.	18,000	22,500	1,115	1,395
Froment 16 hectolitres. .	12,000	15,000	1,080	1,350

L'igname, que l'on commence à essayer, donne une beaucoup plus grande quantité de produits, car elle rend par hectare 50,000 à 60,000 kilogr. de matière verte, représentant 8 à 10,000 kilogr. de matière sèche ; mais elle exige un sol très-profond et une température qui ne permettrait probablement de la cultiver que dans le midi de la France.

De toutes les variétés de pommes de terre, c'est la *patraque* jaune qui donne le maximum de produit en fécule, dont l'extraction est facile. Voici quelle est la série des opérations qu'on fait subir aux pommes de terre pour extraire la fécule, la purifier et la sécher :

1° Trempage
2° Lavage } des tubercules.
3° Râpage
4° Tamisage de la pulpe.
5° Dessablage de la fécule.
6° Épuration de la fécule par tamisage.
7° Égouttage de la fécule tamisée : 1° dans les bachots, 2° sur l'aire en plâtre ;

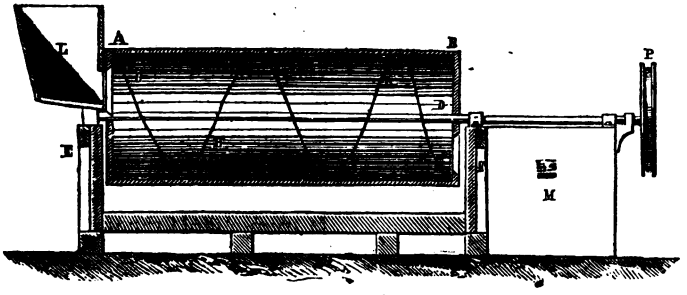
8° Cassage et dessiccation : 1° à l'air libre, 2° à l'étuve.
9° Écrasage, blutage et emmagasinage.

TREMPAGE.

Lorsque les pommes de terre ne proviennent pas d'un terrain sableux, la terre en séchant à leur surface y adhère plus ou moins fortement : pour l'enlever par le lavage, il est nécessaire de les faire tremper dans l'eau contenue dans des cuves en bois ou en maçonnerie.

LAVAGE.

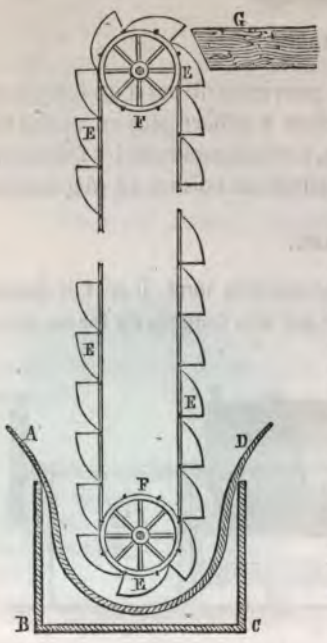
Le lavage à la main serait beaucoup trop long, il se fait dans un cylindre creux AB (*fig.* 601) formé par des tringles en fer ou mieux



(Fig. 601.)

en bois, de 1 à 4 centimètres de largeur, dont l'écartement est de 15 millimètres et permet ainsi aux petites pierres de passer avec la terre; ce cylindre, un peu incliné, tourne sur un axe C D avec une vitesse de 15 tours par minute ; à l'extrémité de l'axe se trouve la poulie P, qui lui imprime le mouvement au moyen d'une courroie. Le cylindre est plongé jusqu'à la moitié de son diamètre dans une caisse EF contenant de l'eau. Dans l'intérieur du cylindre et d'un bout à l'autre est établie une hélice GHJK en toile métallique fixée à l'axe et aux parois du cylindre et faisant l'office de vis d'Archimède. A l'extrémité la plus élevée du cylindre se trouve une ouverture qui correspond à une trémie L, dans laquelle on charge les pommes de terre trempées ; quand cette ouverture arrive en face de la trémie les pommes de terre pénètrent dans le cylindre; elles sont entraînées par le mouvement de rotation en suivant le mouvement de l'hélice; les tubercules en se frottant les uns contre les autres et contre la toile de l'hélice et les parois du cylindre se débarrassent de la terre, qui tombe au fond de l'eau de la caisse.

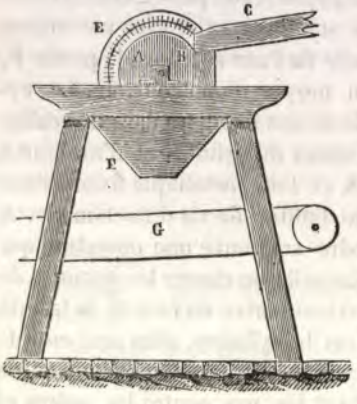
L'extrémité inférieure du cylindre offre également une ouverture par laquelle les tubercules entraînés par le mouvement de l'hélice et parfaitement lavés peuvent être recueillis sur un plan incliné M, d'où ils tombent dans l'ouverture A d'une caisse ABCD (*fig.* 602), dont l'intérieur présente une forme cylindrique dans laquelle passent les augets E E d'une chaîne sans fin tournant sur les deux paires de poulies FF. Les augets en remontant les pommes de terre laissent écouler l'eau par leur fond, qui est à claire voie : arrivé à la partie supérieure de l'appareil, chaque auget verse les tubercules dont il est chargé sur un plan incliné à rebords parallèles G, d'où ils tombent dans la trémie de la râpe.



(Fig. 602.)

RAPAGE.

La râpe dont on se sert pour déchirer les tubercules et rompre les cellules qui contiennent la fécule est un cylindre de bois AB (*fig.* 603) dont le diamètre est d'environ 0m,50 et la longueur de 0m,40 ; ce cylindre est armé de lames de scie dont les dents sont très-courtes ; ces lames sont disposées autour du cylindre parallèlement à l'axe et écartées les unes des autres de 0m02 au moyen de liteaux de fer ; les dents ont une saillie de 0m,002 seulement ; si elles étaient plus longues, la pulpe ne serait pas assez déchirée et les cellules retiendraient une trop grande quan-



(Fig. 603.)

tité de fécule. Le cylindre fait 800 tours par minute, quelquefois 900 : la pulpe est d'autant plus fine que la vitesse est plus grande.

Les tubercules arrivent à la râpe par une rigole C, et n'ont pas besoin d'y être poussés; pendant le râpage un filet d'eau D coule sans interruption à la surface du cylindre dévorateur pour achever d'enlever la pulpe qui y est adhérente : une enveloppe circulaire E empêche la projection de la pulpe.

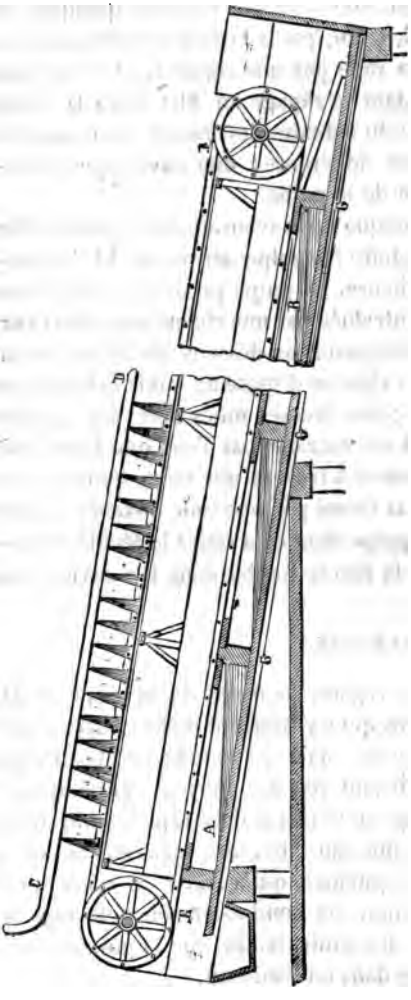
Une râpe avec les dimensions que nous avons données peut si elle fait 800 tours par minute réduire en pulpe au moins 14 hectolitres de pommes de terre par heure. La pulpe produite tombe dans une trémie F, d'où elle est entraînée par une chaîne sans fin G sur les appareils de tamisage. Quelquefois au-dessous de la trémie où tombe la pulpe au sortir de la râpe on dispose un tamis cylindrique imaginé par M. Saint-Étienne; des brosses mues avec une grande vitesse séparent la fécule, qui est extraite par l'eau que lance une pomme d'arrosoir; la fécule passe à travers une toile, tombe à l'étage inférieur du tamis, qui est formé par une toile métallique plus fine que celle d'en haut, et la pulpe dont on a retiré la fécule est rejetée au dehors, tandis que la fécule tombe dans les cuviers où s'opère le lavage.

TAMISAGE.

Le tamisage a pour but de séparer la fécule de la pulpe et de toutes les substances étrangères qui s'y trouvent mêlées. Cette opération, qui jadis se faisait à la main et demandait beaucoup plus de temps, se fait maintenant par des moyens mécaniques; nous venons de voir que la pulpe en tombant de la râpe est entraînée sans interruption, par une chaîne sans fin, aux appareils laveurs, dont on a imaginé plusieurs systèmes, qui à l'aide de toiles métalliques opèrent cette séparation, en conduisant sous une auge la fécule qui suit l'eau à travers les tamis, tandis que la pulpe, épuisée autant que possible, tombe dans un caniveau.

Comme cette fécule est encore mêlée des débris de cellules les plus déliés, elle passe à travers un tamis conique plus fin, d'où elle est conduite dans les cuves de lavage.

Les appareils tamiseurs ont subi successivement beaucoup de modifications : un des premiers que l'on ait établis consiste en huit châssis AB (*fig.* 604) couverts de toiles métalliques formant un plan incliné dont la pente est de 145 millimètres par mètre, et sur lesquels une chaîne de Vaucanson EF, sans fin, entraîne la pulpe, qui en sor-



(Fig. 604.)

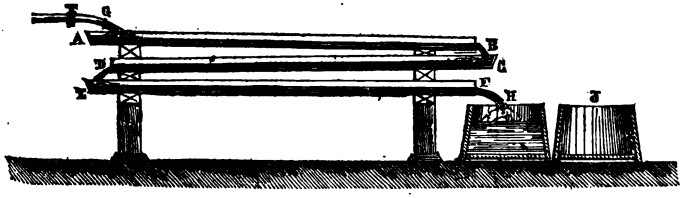
tant de la râpe tombe dans une caisse placée en avant de la partie inférieure de l'appareil. Un tuyau CD, disposé parallèlement à cet appareil et au-dessous, injecte de l'eau en filets minces sur les trois châssis supérieurs pour en détacher la fécule. Les châssis sont encaissés dans des planches ils sont séparés en dessous par des madriers G, et forment ainsi autant de récipients particuliers, un pour chacun d'eux. Mais l'eau, qui coule sans interruption, les emplirait au point de les faire déborder; pour parer à cet inconvénient, le compartiment du premier châssis communique par un tuyau avec celui du troisième, celui du second avec le quatrième, le troisième avec le cinquième, et ainsi de suite, et du septième et du huitième avec un canal qui conduit le tout dans les cuves. L'appareil est double, c'est-à-dire qu'il y a deux rangs de châssis parallèles qui fonctionnent en même temps. Ainsi disposé, cet appareil marche bien; mais il est d'une longueur de quinze mètres, et demande des ateliers de trop grandes dimensions : pour y obvier, on l'a séparé en plusieurs étages, que la pulpe, entraînée par la chaîne sans fin, parcourt en montant successivement du châssis inférieur jusqu'à celui d'en haut, d'où les débris de cellules sont rejetés, tandis que la fécule tombe avec l'eau, dans une auge, d'où ensuite une danaïde mue par l'axe d'un tamis conique la fait écouler dans les cuves.

M. Saint-Étienne dispose les châssis en trois étages, ce qui diminue la longueur de deux tiers. Les châssis de ces différents étages sont garnis de toiles métalliques dont la finesse va en croissant à partir du châssis supérieur : ainsi celle de l'étage supérieur est du n° 30, celle du châssis intermédiaire du n° 50, et enfin la toile du châssis inférieur est du n° 60.

Entre chaque étage est interposée une plaque de tôle zinguée, dont la courbure retient une partie de l'eau qui s'égoutte et qui, tombant en cascade sur les étages inférieurs, délaye la pulpe et facilite le passage de la fécule à travers les toiles.

La fécule amenée par l'eau dans les cuves est toujours mélangée de quelques parties terreuses que le lavage n'a pas enlevées, et qu'on sépare en agitant vivement la fécule dans l'eau par un appareil qui s'enlève facilement ; on laisse reposer quelques minutes, et par un gros robinet, placé à quelques centimètres au-dessus du fond des cuves, on fait écouler l'eau dans d'autres cuves, où la fécule se dépose : cette séparation se nomme *dessablage*. Quand le liquide est devenu clair, on le décante, soit au moyen d'un robinet placé à une hauteur convenable, soit à l'aide d'un siphon. La partie supérieure du dépôt est grisâtre : on l'enlève avec des râcloirs jusqu'à ce que la fécule paraisse parfaitement blanche. La couche grise est ce que l'on appelle *gras de fécule*. Quoique blanche, la couche inférieure de fécule demande une nouvelle purification : on la met donc de nouveau en suspension dans l'eau pour la faire passer à travers un tamis en toile métallique du n° 90, ou, si l'on opère en petit, à travers un tamis de soie.

Le gras de fécule étant un mélange de fécule, de débris de cellules et d'autres corps légers provenant de la pellicule qui recouvre et enveloppe le tubercule, doit subir une purification, qui s'opère sur un système de trois tables superposées (*fig.* 605) AB, CD, EF,



(Fig. 605.)

qui ont 1 mètre de large sur 7 mètres de long, et sont inclinées respectivement en sens inverses, avec une pente de 5 millimètres par

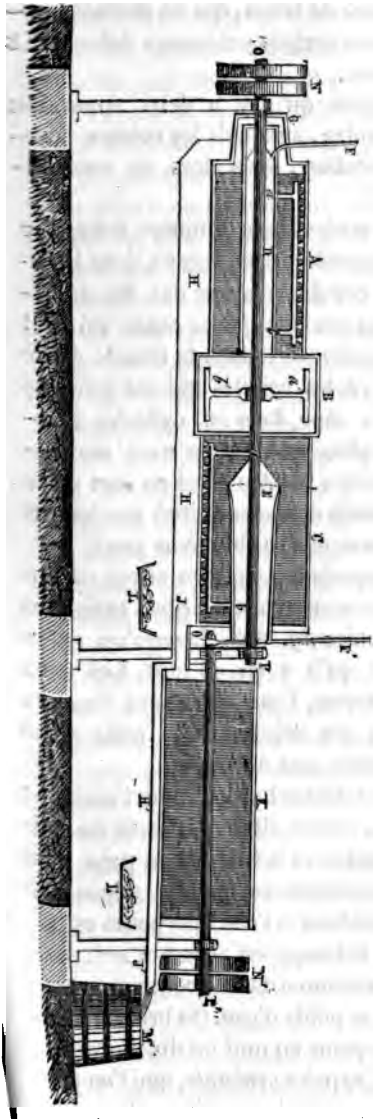
mètre. Ces tables sont garnies de rebords peu élevés : à la partie antérieure de la table supérieure se trouve disposé un tuyau G dont la tête forme un T, percé, comme la pomme d'un arrosoir, d'une grande quantité de trous et qui projette l'eau en pluie fine sur toute la largeur de la table. L'ouvrier charge la partie antérieure de la table A B d'une quantité convenable de matière, et ouvre très-peu le robinet du tuyau G, afin de faire arriver dessus une faible quantité d'eau, qui continue de couler lentement : pendant ce temps, avec une brosse, il agite légèrement la surface de la fécule, après l'avoir délayée ; les parties étrangères, plus légères, sont entraînées successivement par le courant d'eau sur les tables C D et E F, qui retiennent la petite quantité de fécule qui a pu suivre le courant ; les matières étrangères, au contraire, sont aussi entraînées par l'eau, qui vient se réunir dans un premier baquet H.

Lorsque cette purification est achevée, l'ouvrier tourne tout à fait le robinet du tuyau G ; le courant d'eau ayant plus de force emporte alors la fécule dans un caniveau adapté à l'extrémité F de la table inférieure, et qui la conduit dans un autre baquet J, où elle se dépose.

Les appareils que nous venons de décrire ont été remplacés dans un grand nombre d'usines par des tamis cylindriques en toiles métalliques dont la finesse est progressivement plus grande et par lesquelles la fécule est plus rapidement purifiée.

Le système est composé de deux cylindres (*fig.* 606) offrant une pente semblable à celle des tables que nous venons de décrire. Le premier cylindre est complexe, et composé de trois parties tout à fait distinctes : la partie A est le premier tamis, dans lequel la pulpe arrive par la trémie G, à laquelle elle est amenée de la râpe au moyen d'une pompe ; l'ensemble de ce cylindre est plongé dans un demi-cylindre H, H, qui sert de récipient aux eaux qui entraînent la fécule. Un autre cylindre concentrique D, fixé autour de l'axe O P, et percé d'une grande quantité de petits trous, reçoit d'un réservoir élevé, par le tuyau F, de l'eau qu'il verse sur la pulpe, que délayent des agitateurs à brosses *a b*, fixés sur l'axe ou sur le cylindre concentrique, dans les deux tamis A et C : la toile de ce premier tamis est du n° 25.

La pulpe, partiellement tamisée dans ce premier tamis, pénètre par une ouverture latérale dans le cylindre B, composé d'une lame de cuivre sans trous, et dans lequel un agitateur double en



(Fig. 606.)

forme de T délaye plus complétement la pulpe mêlée d'eau, laquelle pulpe passe naturellement, par une autre ouverture latérale, dans le second tamis C, dont la toile métallique est du n° 35; elle y est agitée comme dans le tamis A par l'agitateur à brosses *a b*. Ce tamis est pourvu, comme le premier, d'un cylindre un peu conique E, dont l'extrémité la plus large est seule percée de trous, et qui projette l'eau sur la pulpe; cette eau, comme dans le premier tamis, amène la fécule dans le demi-cylindre plein H H, d'où elle pénètre par le caniveau J dans le tamis du second cylindre K, plongé aussi dans un demi-cylindre plein H′ destiné à recevoir la fécule purifiée par son passage à travers ce nouveau tamis, dont la toile est du n° 50, et s'écoule par le caniveau J′ dans des baquets M.

La pulpe épuisée est rejetée des tamis dans les caniveaux L et L′. Les axes O P du premier cylindre et O′ P′ du second sont mis en mouvement par des poulies N en sens contraires du mouvement des tamis, que fait tourner une roue dentée mue par la poulie N′. Les tamis, qui tournent avec une vitesse de 22 tours, tandis que les agitateurs font 35 tours par minute, sont souvent bouchés en partie par la pulpe qui s'y attache; pour remédier à cet inconvénient, qui entrave la marche de l'opération, M. Guck, inventeur du système, dispose parallèlement aux cylindres dans toute leur longueur, et au niveau du milieu de leur

hauteur, un tuyau percé d'une rangée de trous, qui en lançant horizontalement des jets d'eau sur leur surface extérieure détachent la pulpe qui y adhère intérieurement.

L'appareil est double, c'est-à-dire qu'il y a deux appareils semblables placés à côté l'un de l'autre, auxquels les mêmes poulies donnent les mouvements de rotation, mais alors en sens inverses.

La râpe en agissant sur les tubercules laisse toujours échapper une quantité plus ou moins considérable de morceaux dont le lavage ne peut extraire la fécule, les cellules n'ayant pas été déchirées : on a donc disposé l'appareil de manière que la pulpe qui sort du premier cylindre retombât du caniveau L dans la trémie d'une râpe placée au-dessous, qui déchire les cellules qui ont échappé à la première ; la pulpe passe de la râpe dans un cylindre à tamis disposé comme le tamis A et placé au-dessous avec une inclinaison égale mais en sens contraire : la fécule qui en sort passe par un caniveau dans un second tamis épurateur situé au-dessous du tamis K, sous la même inclinaison et dans le même sens.

La fécule qui arrive dans les baquets ou dans les cuves est encore épurée par les opérations que nous avons décrites, mais plus facilement par les tables représentées *fig.* 605. Lorsqu'on opère les lavages avec des cuves, il faut qu'il y en ait huit. Les eaux de lavage sont reçues dans une citerne, l'eau entraînant toujours une petite quantité de fécule, qui s'y dépose; mais celle-ci est moins pure, et doit être traitée comme gras de fécule.

La fécule déposée est enlevée dans des bachots, comme l'amidon ; on laisse égoutter jusqu'à ce que la masse ait acquis assez de solidité pour qu'en la renversant elle conserve la forme d'un pain, dont ordinairement l'épaisseur est de 15 centimètres, et qu'on dépose sur l'aire en plâtre ; au bout de dix à douze heures l'eau interposée est absorbée, et plus rapidement quand le temps est chaud et sec. Dans cet état la fécule constitue ce que l'on nomme dans le commerce la *fécule verte*, qui contient le tiers de son poids d'eau. On brise alors les pains en huit ou dix morceaux appelés *grabauts*, que l'on place sur les liteaux du séchoir à air libre (*fig.* 598); la fécule est ensuite écrasée au moyen d'un rouleau en fonte (*fig.* 607), et l'on achève la dessiccation à l'étuve

(Fig. 607.)

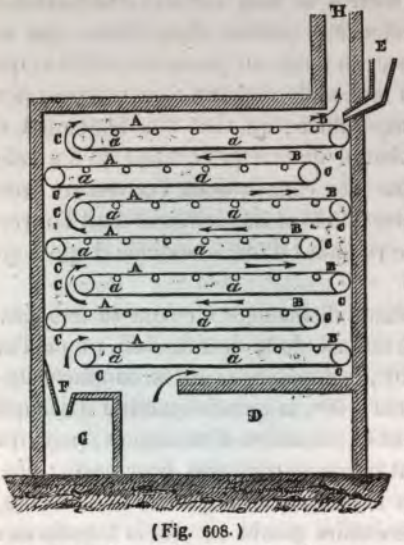
Cet appareil doit toujours être établi avec un courant d'air chaud, qui entraîne la vapeur d'eau produite par la dessiccation, qu'il faut opérer graduellement. Les divers appareils que l'on a inventés sont tous chauffés par des calorifères. Dans l'étuve de M. Chaussenot, la fécule ou l'amidon sont placés sur des espèces de tiroirs à coulisse, qui ont 2 mètres de long sur 65 ½ centimètres de large; l'air chauffé par le calorifère pénètre dans l'étuve par un large tuyau en fonte ayant sur sa longueur plusieurs orifices, que l'on ouvre plus ou moins, au moyen de registres; ces registres permettent de régulariser la température, qui doit être lentement et graduellement élevée. L'air chargé de la vapeur d'eau qu'il a enlevée à la fécule s'échappe par des canaux dont l'ouverture inférieure est à quelques centimètres du fond du séchoir et dont l'ouverture supérieure arrive dans le rampant d'une cheminée d'appel qui détermine le tirage.

On règle l'arrivée de l'air chaud de manière à ce que la température, que l'on élève au fur et à mesure de la dessiccation, et que l'on peut porter à la fin jusqu'à 110°, ne dépasse pas 40° en commençant; car si elle arrivait brusquement à 60°, la grande quantité d'eau que contient la fécule déterminerait la formation d'un empois épais, qui produirait des grumeaux dont on ne saurait plus tirer parti : phénomène qu'il faut éviter dans la fabrication régulière de la fécule, mais qui, au contraire, est nécessaire quand on veut la transformer en grains agglutinés plus ou moins volumineux, dans le but d'imiter le *tapioka*, que l'on retire principalement du *jatropha manioc*, ou le *sagou*, qui est extrait de la moelle du *sagus farinaria*. Ces préparations s'obtiennent en projetant par flocons sur une plaque de fonte chauffée à + 150° la fécule verte, qui contient 45 pour 100 d'eau.

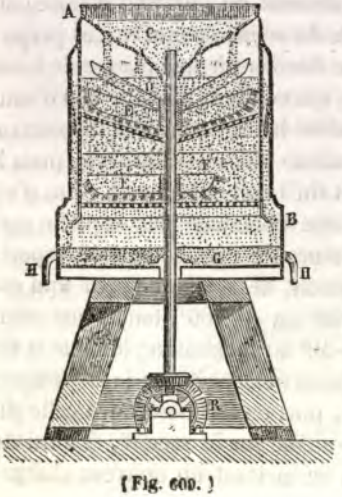
MM. Lacombe et Persac ont modifié heureusement la disposition de l'étuve : l'air est échauffé de même par un calorifère, mais il passe forcément et successivement du tiroir inférieur à celui d'en haut, qui se trouve au-dessous d'une cheminée par laquelle sort l'air chargé d'humidité; la température de l'air décroît en vaporisant l'eau de la fécule de chaque tiroir, de sorte que celui qui est en bas peut être chauffé ainsi à + 90° ou + 100°, tandis que celui d'en haut reçoit de l'air qui est à + 40° au maximum; lorsque la fécule du tiroir d'en bas est suffisamment desséchée, on la fait tomber dans le magasin ou dans des sacs, puis on fait descendre celle du second sur le premier, celle du troisième sur le second, et ainsi de suite, et l'on termine cette tournée en mettant un nouveau charge-

ment de fécule verte sur le tiroir supérieur. On a ainsi une dessiccation méthodique.

La manœuvre de cette dessiccation présente quelques difficultés, auxquelles ces ingénieux constructeurs ont remédié de la manière suivante (*fig.* 608) : les tiroirs sont remplacés par le même nombre de toiles sans fin A B, indépendantes les unes des autres, mais dont les cylindres C, de même diamètre, reçoivent exactement le même mouvement, de sorte que la vitesse de toutes ces toiles est tout à fait la même. La portion de ces toiles qui est chargée est d'ailleurs soutenue par des rouleaux *a*. La fécule tombe sur la toile supérieure par une trémie E de même largeur que la toile, sur laquelle elle s'étale régulièrement et qui l'entraîne par son mouvement progressif : arrivée à l'extrémité de cette première toile, elle tombe naturellement sur celle qui est au-dessous, et enfin de la toile inférieure dans la trémie F, qui la verse dans le magasin G. L'air échauffé par le calorifère placé en D passe successivement sur toutes les toiles (la direction du courant d'air chaud, qui est en sens inverse de la marche des toiles, est indiquée par les flèches) ; il s'échappe enfin, chargé de la vapeur d'eau, par la cheminée H.



(Fig. 608.)



(Fig. 609.)

La fécule ainsi desséchée doit être passée au blutoir mécanique (*fig.* 609). Cet appareil est composé d'un cylindre A B ; la partie supérieure est formée par une es-

pèce d'entonnoir C, ayant un assez grand nombre d'ouvertures par lesquelles la fécule écrasée passe facilement et tombe dans un second compartiment D, dont le fond est une toile métallique formant un peu l'entonnoir, et sur laquelle frottent des brosses E solidement fixées à un arbre vertical dont le mouvement est déterminé par un engrenage R; la fécule passe à travers cette toile dans un autre compartiment F, placé au-dessous, dont le fond, plat, est formé par une toile métallique plus fine que la précédente; par le frottement des brosses E' la fécule passe dans le récepteur G, ayant des ouvertures munies de larges tuyaux en toile H par lesquels elle sort pour être mise en sacs.

La pulpe dont on a extrait la fécule est un résidu important des féculeries, car on peut s'en servir avantageusement pour la nourriture des bestiaux : les tubercules en donnent 15 pour 100 de leur poids; dans les conditions ordinaires, cette pulpe contient 7 pour 100 de fécule, et si l'on a procédé à un second râpage elle n'en contient plus que 3. Lorsqu'elle ne peut pas être consommée immédiatement, il est nécessaire de prendre des précautions pour empêcher ou au moins pour retarder son altération. Le meilleur moyen serait certainement de la dessécher parfaitement sur une touraille, après l'avoir fortement pressée; mais ce moyen est trop coûteux généralement pour que l'on puisse y avoir recours : elle se conserve assez longtemps quand on la tasse dans des silos en maçonnerie après l'avoir pressée; on la recouvre de paille puis d'une couche de terre que l'on foule. Dans cet état la pulpe est encore trop aqueuse pour être donnée seule aux bestiaux; on l'associe à des matières sèches, telles que du foin ou du son.

Les eaux de lavage sont un grand inconvénient dans cette fabrication : elles contiennent en dissolution des matières albumineuses dont l'altération donne lieu à des émanations putrides, s'il n'y a pas moyen de les faire écouler rapidement dans un cours d'eau et surtout lorsqu'elles se réunissent pour former des mares qui n'ont pas d'écoulement. Si le sol contient du sulfate de chaux, ces matières organiques le changent en sulfure de calcium, qui dégage incessamment de l'acide sulfhydrique, comme dans quelques ports de la Méditerranée.

On peut cependant encore tirer parti des eaux de lavage, comme le fait M. Dailly à Trappes. Ces eaux sont conduites dans des bassins en bois; on les y laisse reposer douze heures, pendant lesquelles il se forme un dépôt dont on peut retirer quelquefois

une quantité de fécule égale à 1 pour 100 du poids des tubercules.

Au moyen d'une vanne on fait ensuite écouler les eaux dans de grands bassins étanches; il s'y produit un nouveau dépôt, peu abondant, composé de matières organiques et terreuses. Quand les eaux sont devenues claires, elles sont employées aux irrigations, et à la fin de la campagne seulement on enlève le dépôt, qui séché à l'air peut servir comme engrais, sous le nom de *poudrette végétale*, moins riche que la poudrette de Montfaucon, dont elle ne représente que les $\frac{40}{100}$, et cependant encore d'un bon usage : elle agit moins vivement, mais son action dure plus longtemps; il en faut 50 hectolitres par hectare.

M. Payen, qui a aidé M. Dailly dans cette amélioration réelle, a établi, comme le montre le tableau suivant qu'il en donne, le bénéfice qui résulte de cette disposition. Nous copions textuellement ce tableau :

En trois mois on a soumis à la râpe 17,400 hectolitres de pommes de terre, qui ont donné en résidus, ordinairement perdus :

82,000 hectolitres d'eaux de lavage appliquées à la fumure de 3,3 hectares de terre, et représentant une valeur de. . . .	462 fr.
1,100 hectolitres de dépôt, représentant 820 hectolitres de poudrette végétale à 2 f.	1,640
Représentant la fumure de 16 hectares.	2,102

La dépense a été :

Frais de fossés et direction des eaux.	210 fr.	
Frais de dessiccation.	230	
Total.	440.	440
Bénéfice net.		1,662

Il faut y ajouter la dépense nécessaire pour faire écouler les eaux quand on les perd et les dommages et intérêts aux voisins, montant à 400 fr. au minimun; c'est donc réellement un bénéfice de 2,000 fr. au moins, car il faudrait encore y ajouter la fécule retirée des dépôts formés dans les bassins en bois.

M. Payen a donné une analyse des eaux de lavage de la fécule. 10 kilogrammes laissent 18 grammes de résidu, qui contiennent :

Citrate de chaux.	8
Albumine coagulable par la chaleur.	4,5
Autres matières azotées solubles.	2,5
Huile essentielle, résine, substance âcre, phosphate de chaux, citrate de potasse, sulfate de chaux, silice, traces de soufre, etc.	3
	18,0

Les applications de la fécule sont nombreuses; nous avons déjà vu son emploi dans la fabrication de la dextrine (t. V, p. 102), dans celle du sirop et du sucre de glucose, dans le collage du papier, dans l'amidon grillé ou *léiocôme* pour épaissir les couleurs; nous verrons, en traitant de la panification, que l'on peut dans quelques cas l'associer aux farines trop bises : on obtient ainsi un pain plus blanc, etc.

Comme il est difficile de conserver longtemps les pommes de terre, les gelées et la germination étant des obstacles à leur conservation, l'extraction de la fécule doit se faire dans des limites de temps assez restreintes; et comme la pomme de terre donne un produit bien supérieur à celui qu'on retire des céréales, il est probable que sans ces inconvénients sa culture prendrait un développement beaucoup plus considérable. Une autre cause vient encore s'opposer à l'accroissement de cette culture; c'est la maladie dont les tubercules sont atteints depuis 1845, et qui est due à la rapide propagation d'un champignon, le *botrytis infestans*, qui se développe d'abord dans les stomates des feuilles, et qui peu à peu envahit les tubercules. Dans ce cas il n'y a pas d'autre parti à prendre que d'en extraire le plus promptement possible la fécule non encore attaquée; le rendement étant d'autant plus faible que le tubercule est attaqué depuis plus de temps, car les grains de fécule étant creusés à l'intérieur sont plus légers et se trouvent entraînés par les eaux de lavage, et la fécule reste en suspension beaucoup plus longtemps; cependant c'est le seul parti que l'on puisse en tirer : la fécule n'étant plus susceptible d'être attaquée de cette manière et ne pouvant ni végéter ni craindre la gelée, c'est le meilleur moyen de conservation. On peut néanmoins tirer de ce tubercule un autre parti; c'est de le transformer en *gruau* et en *polenta*. Dans les grandes exploitations agricoles, où la pomme de terre est une si précieuse ressource pour la nourriture des hommes comme pour celle des nom-

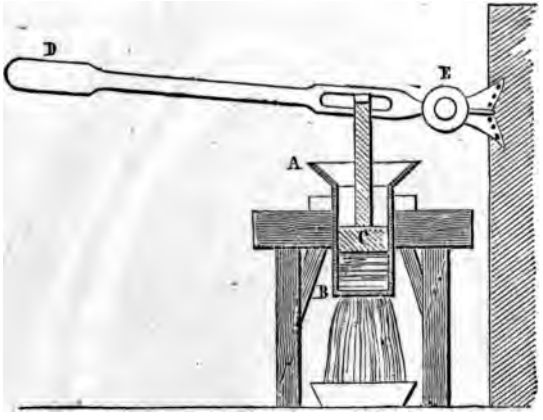
breux animaux qu'on y élève, peut-être devrait-on toujours traiter ainsi la majeure partie de la récolte, parce que sous cette forme la pomme de terre n'éprouve pas plus d'altération que la fécule elle-même.

Dans ce but les pommes de terre sont lavées d'abord, comme pour en extraire la fécule, jusqu'à ce que l'eau sorte claire ; à défaut de l'appareil des féculeries, l'opération se fait simplement dans des baquets : on recouvre d'eau les tubercules, que l'on agite et frotte avec un balai de bouleau ; on fait écouler l'eau devenue bourbeuse, qu'on remplace par de l'eau claire jusqu'à ce qu'elle ne se trouble plus. Les pommes de terre sont alors placées dans une chaudière ayant un double fond percé de trous de 25 millimètres de diamètre, au-dessous duquel on a introduit de l'eau ; la chaudière est remplie de tubercules seulement aux trois quarts ; on recouvre avec un couvercle ne fermant pas hermétiquement, et que l'on charge de pierres ou de poids afin d'établir une certaine pression. A différentes hauteurs de la chaudière se trouvent des trous que l'on bouche pendant l'opération, et que l'on débouche lorsque celle-ci approche de la fin, pour y introduire une baguette pointue, qui pénètre facilement les tubercules s'ils sont assez cuits. La vapeur d'eau qui traverse les tubercules se condense et retombe sous le double fond.

On prendrait une autre disposition s'il était nécessaire d'opérer sur de grandes quantités à la fois : la vapeur, produite par un générateur, serait dirigée successivement dans une suite de tonneaux munis à leur fond d'un tube communiquant avec un tuyau ramenant l'eau condensée dans la chaudière, comme dans les appareils de lessivage et autres du même genre.

Après cette opération les tubercules sont épluchés ; on les écrase alors facilement à la pelle pour les réduire en fils, comme le vermicelle, dans un cylindre en forte tôle A B, de 8 centimètres de diamètre (*fig.* 610), dont le fond est percé de trous de 1 ½ millimètre de diamètre, et dans lequel on exerce une pression au moyen d'un piston C mis en mouvement par un levier D E. Cet appareil est remplacé avantageusement par un système de deux cylindres creux en forte tôle percés de trous comme la vermicelloire, surmontés d'une trémie dans laquelle on met la pâte de pommes de terre, qui pressée par les pistons passe à travers les trous et pénètre dans leur intérieur, d'où on la retire de temps en temps pour l'étendre légèrement, dans l'une ou l'autre des méthodes, sur des canevas mon-

tés sur des châssis; on en forme une couche peu épaisse, on la porte à l'étuve comme fécule, et on l'y chauffe graduellement jusqu'à parfaite dessiccation. Ici le produit contient toute la matière



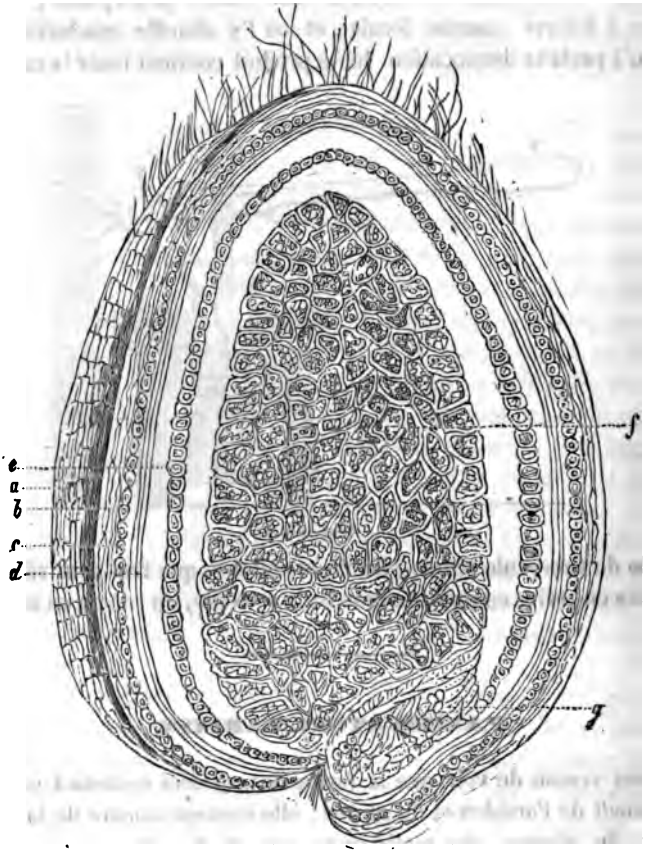
(Fig. 610.)

solide du tubercule réunie, fécule et cellules, que l'on peut réduire ensuite en grains comme le sagou ou la semoule, ou même en farine.

PANIFICATION. FARINES.

Nous venons de voir que la farine des céréales contenait principalement de l'amidon et du gluten; elle contient encore de la dextrine, du glucose, des matières grasses et des sels minéraux, qui sont du phosphate de chaux et de magnésie, des sels de potasse et de soude, enfin de la silice; mais le son, que l'on élimine avec le plus grand soin pour obtenir des farines plus blanches et plus pures, contient plus de matières grasses et de matières azotées.

M. Mège Mouriès (*Comptes rendus*, t. L, p. 467) a examiné et analysé, au moyen d'un microscope très-puissant, la constitution d'un grain de blé; il y a observé (*fig.* 611) l'*épiderme* a, l'*épicarpe* b et l'*endocarpe* c, qui sont trois enveloppes légères, inertes, à peine colorées, formant les trois centièmes du grain : on les enlève facilement par la décortication; le *testa* d, ou tégument de la graine, d'un jaune plus ou moins orangé selon la variété de blé, la *membrane embryonnaire* e. Ce sont



(Fig. 61I.)

toutes ces parties qui mêlées avec plus ou moins de farine co
tituent le son et les issues.

Le reste de la masse du grain est la masse farineuse *f*, au bas
laquelle se trouve l'embryon *g*. Il résulterait de ces observations
l'enveloppe qui constitue la membrane embryonnaire est form
d'un tissu cellulaire qui contient une substance que M. Mège a no
mée *céréaline*, et qui ne renferme ni amidon ni gluten. La céréa
a d'après ce chimiste la propriété de décomposer l'amidon et
liquéfier le gluten, et sans la présence de cette substance le p
ne serait plus susceptible d'être digéré; quand au contraire la

rine contient la membrane embryonnaire, le pain produit un chyme demi-fluide, qui est très-facilement digéré.

La panification, dont nous allons nous occuper, ne peut donner de bons résultats qu'à la condition d'employer de la farine de bonne qualité, obtenue seulement d'un grain parfaitement sain. La conservation du blé est donc d'une grande importance. Plusieurs causes contribuent à faire éprouver au grain des pertes considérables : les insectes, l'humidité ; les premiers, tels que le *charançon* et l'*alucite*, en détruisent une quantité énorme ; l'humidité y produit diverses altérations spontanées : la germination, des moisissures, qui ont une odeur spermatique très-prononcée, à laquelle les cultivateurs de nos départements de l'ouest donnent le nom de *fouèdre*, et qui a lieu surtout quand on a récolté par un temps de pluie le grain, qui alors devient brun, donne un pain de couleur foncée et d'une saveur très-désagréable : on corrige en partie ce mal en lavant le grain puis en le séchant. L'humidité y développe aussi des fermentations alcoolique, acide et putride.

L'usage a montré que l'agitation du grain chasse le charançon : de là le *pelletage*, qui en même temps a pour effet de dessécher le grain par la ventilation qui en résulte; mais ce dérangement ne chasse les charançons que momentanément, et ils reviennent bientôt. M. Vallery a imaginé un grenier mobile, qui a donné d'excellents résultats devant une commission composée de membres de l'Institut, de la Société d'agriculture et de la Société d'encouragement. Cet appareil est composé d'un cylindre en bois cerclé en fer, de 9 mètres de longueur sur 4 mètres 66 centimètres de diamètre, au centre duquel est disposé un autre cylindre concentrique dont le diamètre est de 88 centimètres. Le premier est divisé en quatre compartiments, perpendiculairement à son axe, par trois cloisons, et chacun d'eux en huit cases par d'autres cloisons perpendiculaires aux premières. Les deux cylindres sont criblés d'ouvertures rectangulaires garnies de toiles métalliques qui retiennent le grain et peuvent laisser passer les charançons. Le système est mis en entier en mouvement par une machine à vapeur, ou un cours d'eau si l'on a plusieurs de ces cylindres, ce qui a le fâcheux inconvénient d'élever la dépense bien au delà de ce qu'on l'a calculée.

Pendant la rotation du cylindre on imprime à un ventilateur disposé vis-à-vis du cylindre central un mouvement rapide au moyen de courroies; l'air est aspiré fortement par les ouvertures rectangulaires des deux cylindres, et la dessiccation s'opère

ainsi très-promptement, car le blé expérimenté ayant été mouillé préalablement au point d'augmenter son volume de 16 pour 100 a été parfaitement desséché en vingt heures : ce moyen serait donc préférable à tout autre dans une grande exploitation, puisque tous les charançons sont chassés en peu de temps.

FARINES.

Vauquelin a fait l'analyse des farines de froment provenant de divers pays et de celle du méteil, mélange de froment et de seigle qui était employé autrefois presque généralement par les métayers de l'ouest pour faire leur pain. Le gluten a été pesé sec : la proportion de gluten est très-importante à constater, car le pain est d'autant plus nutritif que cette proportion est plus considérable, et la pâte en est toujours plus liante : voici le tableau qu'il en a donné :

	Farine brute de froment.	Farine de méteil.	Farine de blé dur d'Odessa.	Farine de blé tendre d'Odessa.	Farine de blé tendre d'Odessa, 2e qualité.
Eau	10,000	6,000	12,000	10,000	8,000
Gluten	10,960	9,800	14,550	12,000	12,000
Amidon	71,490	75,500	56,500	62,000	70,840
Glucose	4,720	4,220	8,480	7,360	4,900
Dextrine	3,320	3,280	4,900	5,800	4,600
Son resté sur le tamis.	0,000	1,200	2,300	1,200	0,000
	100,490	100,000	98,730	98,360	100,340

On voit que les farines contiennent toujours de l'eau, que l'on n'y trouve pas au moment où l'on vient de moudre le grain, mais que la farine emprunte à l'atmosphère ; elle en contient toujours 6 pour 100 au minimum, mais la proportion peut s'élever jusqu'à 25.

Cette humidité des farines détermine dans le gluten une altération qui le rend impropre à donner à la pâte le liant nécessaire pour avoir un pain de bonne qualité, et cette altération produit une grande quantité de sporules donnant ensuite naissance à différentes espèces de champignons qui se développent dans le pain et qui forment ces moisissures si fréquentes malheureusement dans le pain de munition de nos soldats, au détriment de leur santé.

La farine de seigle contient moins de gluten que celle de froment; l'analyse a donné la composition suivante :

Gluten.	9,5
Albumine.	3,3
Amidon.	61,0
Glucose.	3,3
Dextrine.	11,0
Matières grasses. . . .	3,0
Fibre végétale.	6,4
Phosphates terreux. .	2,5
	100,0

La farine d'orge n'est pas employée en France à la fabrication du pain, si ce n'est peut-être dans quelques cantons montagneux du Dauphiné ; mais en Bretagne les gens de la campagne font très-souvent avec la farine de sarrasin un pain de vilaine apparence et d'une digestion difficile ; cette farine contient :

Matière azotée et albumine.	10,7
Amidon.	52,0
Glucose.	3,0
Dextrine	0,3
Matière extractive.	2,5
Résine.	0,3
Fibres et son.	28,5
	97,3

La farine de maïs est employée en France, dans le midi et dans la Franche-Comté, sous le nom de *gaude;* on en fait seulement de la bouillie. Dans le Piémont on en fait du pain, qui semble de très-mauvais goût lorsqu'on n'y est pas habitué; il est très-peu levé et fort lourd. La farine de maïs contient :

Matière azotée.	4,88
Amidon.	28,92
Cellulose.	20,37
Dextrine.	2,04
Matière grasse.	36,25
Matière colorante.	0,20
Sels.	7,34
	100,00

D'après la grande quantité de matière grasse que contient cette farine, on voit quelle est son importance pour l'engraissement des volailles et des porcs; un hectolitre de grains de maïs peut donner $8\frac{1}{3}$ litres d'huile.

FABRICATION DU PAIN.

La fabrication du pain, si simple et si facile en apparence, car dans les campagnes chaque ménage fait toujours le pain pour sa consommation de la semaine, n'est cependant pas aussi facile qu'elle semble l'être lorsqu'il faut obtenir des pains blancs, légers et d'une saveur agréable. Sa confection se divise en plusieurs opérations, le pétrissage, la fermentation et la cuisson. La fermentation est nécessaire, car sans elle on n'obtient qu'un pain compacte, lourd et difficile à digérer; mais pour qu'elle procure au pain cette légèreté que l'on recherche, il faut que le gluten n'ait pas été altéré, afin qu'il donne à la pâte assez de liant et de solidité pour que les gaz qui se développent de toutes parts ne puissent pas se dégager et qu'ils soulèvent seulement la pâte également dans toutes les parties.

LEVAIN.

Pour faire fermenter le pain on emploie la levûre de bière et le levain de pâte : on nomme ainsi cette partie de la pâte que l'on met en réserve à la fin de chaque pétrissage. Lorsqu'on commence les opérations on remplace le levain par la levûre de bière, et presque toujours on en ajoute, du moins à Paris, au levain proprement dit, parce que son action est plus énergique; elle a cependant un inconvénient assez marqué : le pain prend une odeur de bière et ordinairement une saveur un peu aigre, ce qui n'arrive jamais quand on ne se sert que de levain de pâte.

Le levain des boulangers de Paris est préparé en plusieurs fois : on prélève sur la pâte d'une fournée un morceau de 5 kilogr. pour 100 de pain à confectionner; ce morceau de pâte est posé dans un panier doublé d'une toile assez grande pour être repliée sur la pâte; on le place dans un endroit dont la température soit douce et constante : en hiver on le met près du four, afin que le froid ne puisse pas arrêter la fermentation, pendant laquelle son volume

augmente peu à peu; au bout de sept à huit heures ce volume a doublé; sa surface est bombée, lisse, et il répand une faible odeur alcoolique : c'est ce premier levain que l'on nomme *levain de chef*, et qui sert de base à la préparation des autres levains.

Le levain de chef est alors mêlé avec de la farine et de l'eau, en quantité suffisante pour doubler encore son volume; à cet effet on pratique à une extrémité du pétrin ce que l'on nomme une *fontaine;* c'est un bassin formé avec de la farine disposée comme le sable dans lequel les maçons éteignent la chaux; on y verse de l'eau plus ou moins chaude, selon la température du lieu, et en quantité convenable. On met au milieu le levain de chef, que l'on arrose avec de l'eau du bassin; on le délaye parfaitement dans cette eau, et l'on y mêle la moitié de la farine de la fontaine; on pétrit, et l'on ajoute le reste de la farine en deux fois, en pétrissant vivement et avec force : ce levain doit être très-ferme; on le roule ensuite, puis on le met en fontaine, et on le recouvre d'une toile, pour l'empêcher de se refroidir. Ce levain est dit *levain de première*. Après cinq heures de repos, on le travaille comme le levain de chef, et en s'y prenant de la même manière; on obtient alors le *levain de seconde*, qui doit être pétri avec beaucoup de force et de soin, mais moins ferme que le précédent. On met de même celui-ci en fontaine; on le couvre d'une toile, et trois heures après on le pétrit comme les précédents, en y ajoutant deux fois plus de farine et d'eau : il prend alors le nom de *levain de tous points;* c'est celui qu'on mêle avec la farine qui doit faire la fournée : il en faut un tiers de plus en hiver qu'en été.

Les temps de repos que nous avons indiqués entre chaque manipulation des levains ne sont pas absolus; celui pendant lequel la fermentation se développe et a lieu ce que l'on nomme l'*apprêt* est, comme dans toutes les fermentations, plus court en été qu'en hiver : la température de l'eau dont on se sert pour préparer les levains est en raison inverse de celle de la saison.

Le *levain jeune* est celui dont la fermentation n'est pas tout à fait terminée, et *levain vieux* celui dont elle est entièrement terminée : le premier agit lentement, et il faut en employer une assez forte proportion si l'on veut que le pain lève promptement; l'action du levain vieux est presque nulle, et il est difficile de lui redonner de l'activité.

Quand on se sert de la levûre de bière, ce que l'on nomme *travailler sur levûre*, on la mêle avec de la pâte à laquelle on ajoute de la farine et de l'eau d'un volume double de celui du levain de chef ordinaire, et l'on pétrit avec la quantité convenable de levûre ; on met en fontaine, on recouvre d'une toile, et deux heures après on peut transformer ce levain en levain de tous points. Ce procédé est plus expéditif ; la pâte lève plus vite et plus régulièrement ; le pain est aussi plus léger, mais il a souvent une saveur un peu acide et il durcit promptement. Dans tous les cas, il ne faut pas en employer une trop forte proportion, car la saveur du pain serait très-désagréable. La levûre de bière d'ailleurs est maintenant si souvent altérée par l'addition de fécule de pomme de terre que beaucoup de boulangers ont renoncé à s'en servir, si ce n'est en hiver, parce que dans cette saison la fermentation se fait moins facilement : encore n'est-ce que dans les localités où se trouvent des brasseries que son emploi est possible, cette levûre s'altérant facilement.

PÉTRISSAGE.

Le pétrissage se divise en quatre opérations : on délaye, on frase, on contrefrase, enfin on découpe et l'on bat.

Pour opérer le délayage, on verse sur le levain de tous points mis en fontaine toute l'eau nécessaire pour confectionner la pâte, et l'on y dissout le sel en quantité convenable : à Paris les boulangers emploient 500 grammes de sel pour un sac de farine pesant 157 kilogrammes ; on malaxe avec les deux mains jusqu'à ce que le levain soit parfaitement et également fluide, qu'il n'y ait pas de grumeaux et que la matière soit bien homogène. On procède alors à la *frase;* pour cela on ajoute au levain délayé la moitié de la farine destinée à faire la *pétrissée;* on opère le mélange rapidement sans sortir les mains de la pâte, jusqu'à ce que la masse soit parfaitement fondue avec le levain, on y ajoute alors les trois quarts environ de l'autre moitié de la farine, on pétrit de nouveau de la même façon, et enfin on ajoute le reste de la farine quand la pâte est bien égale et serrée, et l'on recommence le pétrissage : il est nécessaire qu'à chacune de ces phases du pétrissage la pâte soit bien homogène, sans grumeaux de farine. Lorsque la frase est terminée, on réunit en une seule masse toute la pâte pour faire la *contre frase,* en relevant la pâte par petites masses successives, qu'on nomme *pâtons*, que l'on pétrit et étire,

et que l'on soulève pour laisser tomber la pâte de tout son poids à l'autre bout du pétrin : par cette opération l'air s'introduit dans la pâte. Quand tous les pâtons ont été ainsi malaxés et étirés, on les réunit en une seule masse, qu'on soulève et retourne ; on l'étire et la laisse retomber au bout du pétrin : si l'on a porté ainsi la pâte de droite à gauche, on répète l'opération en la reportant de gauche à droite, en agissant de la même façon.

On coupe alors la pâte en morceaux, que l'on pèse, le plus rapidement possible, on la saupoudre avec du remoulage ou de la farine de maïs, ce que l'on nomme *fleurage*. Comme le pain perd de l'eau par la cuisson, il faut que le boulanger prenne un poids de pâte supérieur à celui que d'après les règlements le pain doit avoir : cet excédant de poids est ce que les boulangers appellent la *tare* ou le *petit poids*, qui varie selon le poids et la forme des pains.

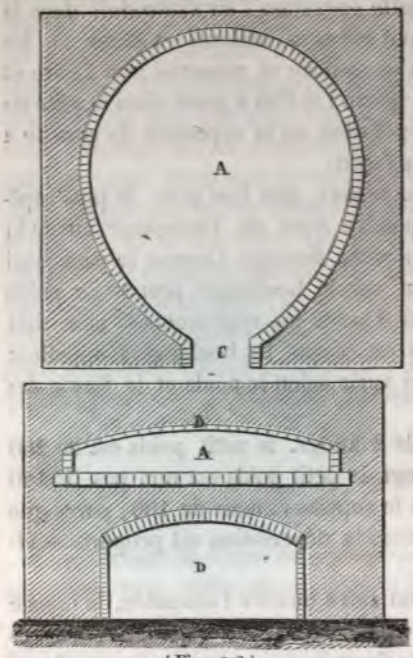
Pour les pains ordinaires de 2 kilogr. le petit poids est de 280 grammes ; pour celui de 1 kilogr. le petit poids est non pas de 140 grammes, comme on pourrait le supposer, mais de 190, parce que ses dimensions étant plus petites la déperdition est proportionnellement plus forte.

Lorsque la pâte est pesée, un autre ouvrier l'assemble, la tourne et la met dans les *pannetons* : les pannetons sont des corbeilles garnies de toile, que l'on saupoudre de fleurage pour que la pâte ne s'y attache pas. Ils sont alors portés dans une chambre en avant du four ; la fermentation commence, la pâte se gonfle peu à peu, et prend ce que les ouvriers appellent son *apprêt* : il ne faut pas la laisser fermenter trop longtemps, car elle passerait à l'acide, et le pain s'affaisserait. La série des opérations doit être calculée de manière à ce que le four soit convenablement chaud et prêt pour l'enfournement quand la pâte est suffisamment levée. Dans la pâte ordinaire il entre 55 d'eau pour 100 de farine.

Lorsque l'apprêt de la pâte est arrivé à son point, on l'enfourne au moyen de pelles en bois, légères, flexibles et cependant solides, et qui sont munies d'un long manche ; leur forme varie d'après celle des pains. On renverse les pannetons sur ces pelles, que l'on saupoudre de son afin que la pâte n'y adhère pas.

Les fours ordinaires varient de grandeur selon l'importance de la fabrication ; dans les plus grands la sole ou *âtre* a 3m,50 de long sur 3 mètres dans leur plus grande largeur ; la voûte est très-surbaissée : elle est au maximum de 50 centimètres de hauteur. La

sole A (*fig.* 612) est faite avec des briques carrées de 21 $\frac{1}{2}$ centimètres de largeur, 10 $\frac{3}{4}$ centimètres d'épaisseur ; la voûte B est faite avec des briques qui ont les mêmes dimensions que les briques ordinaires, mais dont l'épaisseur est réduite de moitié, et que l'on nomme *planchettes :* on pratique à la voûte trois ouvertures appelées *ouras*, communiquant avec la cheminée par des carneaux qui passent sur la voûte, et facilitent la combustion : le tirage en est assez vif pour que la flamme ne sorte plus par la bouche du four C, qui a de 72 à 75 centimètres de large. Souvent on ménage au-dessous du four une autre voûte, D, sous laquelle on fait sécher le bois destiné à une fournée; mais cette disposition a l'inconvénient de causer une perte notable de chaleur, et dans beaucoup de boulangeries on la supprime.



(Fig. 612.)

Le chauffage de ces fours se fait avec des combustibles végétaux, bois en bûches, bourrées, genêts, bruyères, fougères, genêts épineux ; on fait en ce moment des essais pour chauffer les fours de l'armée avec de la houille, au moyen de foyers littéraux. Le chauffage pour une fournée se fait en deux charges; la première a lieu au fond du four : on y place d'abord une bûche tortueuse, qui fait l'office de chenêt et soutient à distance de la sole le bois que l'on pose dessus et en facilite la combustion : il faut que les matières soient bien sèches, afin qu'elles donnent une flamme claire. Pour cette première charge, on brûle, selon M. Vaury, 19 cotrets; quand le feu est bien allumé, on ferme la partie supérieure de la bouche du four. Lorsque la combustion est un peu avancée, on retire la braise avec un râble en fer, monté sur un long manche de bois et qu'on nomme *rouabe;* on la met en tas sur les côtés du four, où elle se conserve sans se consumer. Quand

la combustion est presque terminée, on fait une nouvelle charge en mettant de même en travers une bûche tortue, presque au tiers de la profondeur du four, et sur laquelle on pose six ou sept bûches de bois fendu : cette chauffe se nomme *charge à bouche*. Quand le bois est consumé aux deux tiers, on l'approche de la bouche du four avec le rouabe, afin d'en chauffer aussi cette partie.

Pendant la combustion la voûte ou *chapelle* est noircie par la fumée ; mais quand le four est tout à fait chaud ce noir de fumée disparaît, et la voûte paraît blanchâtre. La température des parois doit être de + 290° au maximum.

Quand le bois est consumé et le four assez chaud, l'ouvrier appelé *geindre* attire la braise et la fait tomber dans un étouffoir ; puis il nettoie la sole avec un *écouvillon*, longue perche au bout de laquelle est une tête en toile, qu'il trempe dans un baquet plein d'eau pour que la sole ou l'âtre soit bien purgé de cendre.

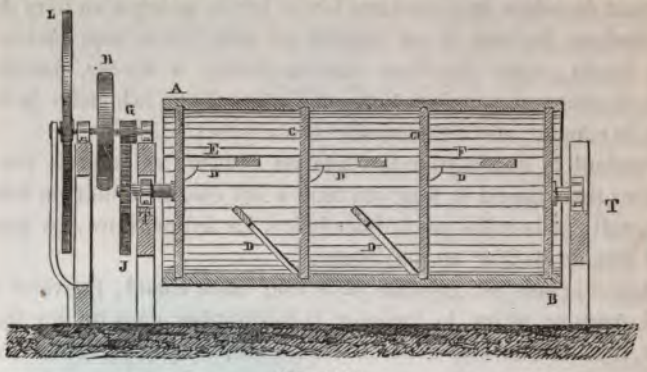
On procède alors à l'enfournement, en ayant soin de placer au fond du four les pains les plus gros, qui sont plus longtemps à cuire et qui introduits les premiers sont nécessairement défournés les derniers. Pour l'enfournement on éclaire le four en enflammant de petits morceaux de bois secs et fendus, nommés *allumes*, que l'on pose sur une grille au-dessous de laquelle est une boîte en tôle pour recevoir les cendres et la braise provenant de leur combustion. Cet instrument s'appelle *porte-allume;* il a 33 centimètres de long sur 16 de large et 8 de hauteur. On le pose sur une pelle, ce qui permet de le porter dans les diverses parties du four que l'on veut éclairer ; on s'en sert de même quand on procède au défournement. Mais maintenant dans beaucoup de boulangeries on se sert d'un bec de gaz mobile.

On ne doit procéder au défournement que lorsque la cuisson est convenable, ce qui se reconnaît à la couleur de la croûte supérieure des pains : cette coloration jaunâtre, tirant sur le brun quand la cuisson est un peu forte, est due à une sorte de caramélisation. Le pain après sa sortie du four doit être exposé à l'air libre et placé debout.

La braise qu'on retire du four représente au moins la moitié de la valeur du bois employé à le chauffer.

Les inconvénients du pétrissage à la main ont fait rechercher des moyens mécaniques qui pussent le remplacer. Le pétrisseur mécanique qui était employé à la boulangerie du four aérotherme a été un peu modifié pour la manutention militaire. Ce

pétrin (*fig.* 613) est un grand cylindre AB, en bois, solidement



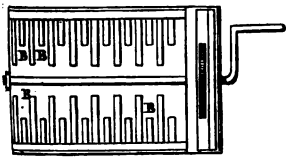
(Fig. 613.)

assemblé, de 2 mètres de long sur 90 centimètres de diamètre ; les planches qui le forment ont 6 centimètres d'épaisseur : dans sa longueur il est partagé en trois compartiments par des cloisons C transversales; deux de ces compartiments servent à pétrir la farine et à préparer le levain ; tous les trois sont munis de deux barres de bois D destinées à étirer la pâte lorsque le cylindre tourne : on les enlève et les replace facilement quand on lève le couvercle du cylindre, qui s'ouvre au moyen d'une charnière marquée par la ligne EF. Le pétrin est supporté par deux tourillons TT placés dans le prolongement de son axe ; un pignon G reçoit le mouvement de la poulie H et le communique à la roue dentée J, montée sur l'un des tourillons du pétrin : le mouvement est régularisé par le volant L ; un compteur muni d'un sonnette indique le nombre de tours qui ont été faits, et la sonnette est mise en rapport avec le compteur de manière à s'agiter quand est fait le nombre de tours nécessaire.

Le pétrissage mécanique demande l'emploi d'une plus grande quantité de levain. Dans chacune des deux cases extrêmes on prépare le levain d'une fournée par un mélange de 125 kilogr. de levain prélevé, de 67 kilogr. de farine et de 33 litres d'eau dans laquelle on délaye de la levûre fraîche de bière : il en faut 200 grammes pour 300 de pâte; on ferme le couvercle, on met le pétrin en mouvement, et au bout de sept minutes environ on arrête pour l'ouvrir et vérifier l'état du mélange : on y ajoute de l'eau s'il est trop dur ou de la farine s'il est trop mou ; on ferme le pétrin, on rétablit le mouvement, et au bout de dix minutes la sonnette annonce que le nombre de tours nécessaire au pétrissage est achevé.

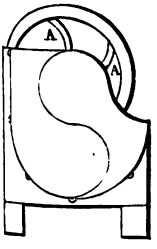
On introduit alors dans la case du milieu 150 kilogr. de levain pris en quantités égales dans les deux cases extrêmes, et l'on y ajoute 100 kilogr. de farine et 50 litres d'eau : pour tous ces mélanges l'eau doit être à + 20° dans l'été, à + 25° dans l'hiver. En même temps dans chaque case à levain on remet 50 kilogr. de farine et 25 litres d'eau ; on rétablit le mouvement, et l'on opère comme la première fois pendant sept minutes, après lesquelles on vérifie l'état des pâtes, puis on continue le mouvement pendant dix autres minutes. Quand le premier levain est fait on prépare en même temps levain et pâte.

Dans ce pétrin le cylindre lui-même tourne ; l'axe ne se prolonge pas dans son intérieur et n'est représenté que par les tourillons. M. Mont en a imaginé un autre, dans lequel le cylindre est fixe et l'axe qui le traverse est mobile ; il porte des bras agitateurs sur la longueur ; d'autres bras sont fixés aussi sur le couvercle du pétrin, qui s'ouvre comme celui que nous venons de décrire. M. Roland en a établi un du même genre à la manutention des hospices ; mais dans le sien les bras agitateurs AA (*fig.* 614 et 615) sont courbes, et le cylindre est remplacé par un pétrin demi-circulaire, dans lequel sont fixées des branches B,B également courbes et de diverses dimensions : la pâte y est mieux travaillée que dans les autres et se rapproche par sa légèreté de celle qui est pétrie avec les mains.



(Fig. 614.)

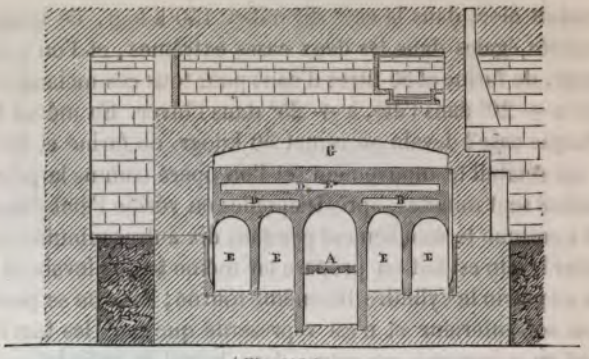
Les fours ordinaires des boulangers, que nous avons décrits plus haut, ne peuvent pas être chauffés également dans toutes leurs parties, quelque soin que prenne l'ouvrier : MM. Jametel et Lamarre ont imaginé un four à circulation d'air chaud, qu'ils ont nommé *aérotherme* et qu'ils ont construit à Montrouge ; ce four légèrement modifié pour M. Grouvelle a été employé par M. Mouchot. Les fours de ce genre ont l'avantage d'avoir toujours une sole ou âtre propre et un chauffage parfaitement uniforme. D'autres inventeurs ont réalisé les mêmes effets ; nous les indiquerons : tous ont un foyer extérieur.



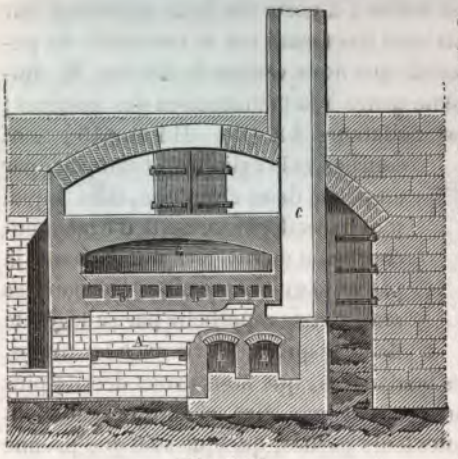
(Fig. 615.)

FOUR AÉROTHERME.

Le four aérotherme est composé d'un foyer A (*fig.* 616, 617, 618, 619, 620) dans lequel on peut brûler du coke, de la houille

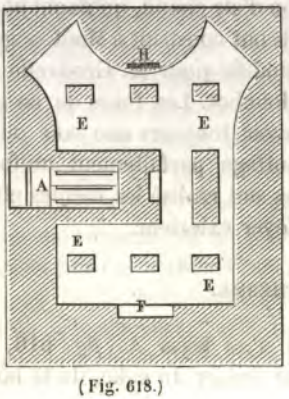


(Fig. 616.)

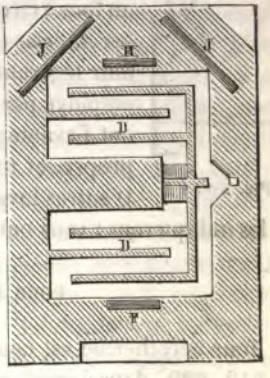


(Fig. 617.)

ou tout autre combu
tible, l'air provenant
la combustion ne pén
trant pas dans la par
du four où se fait
cuisson; il passe par
carneaux BB, d'où
se rend dans la cher
née C, après av
échauffé l'espace lil
D : la partie D est sill
née par des cloisons
forment une sorte de
byrinthe, et supporte
sole; l'air échauffé en

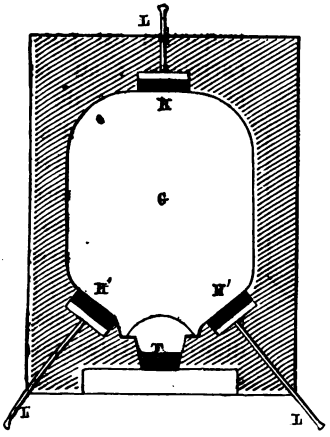


(Fig. 618.)



(Fig. 619.)

par le foyer y pénètre par les carneaux J, et retourne sous les voûtes EE par le carneau F ; l'air chaud arrive dans le four par trois carneaux H, dont deux sont placés aux angles en avant, le troisième au milieu de la face du fond. Ces carneaux sont munis de registres servant à régler l'arrivée de l'air chaud à volonté, au moyen des tringles L L L. Au commencement de la cuisson on les ouvre à peine, afin de ne pas saisir la pâte ; peu de temps après on les ouvre entièrement.

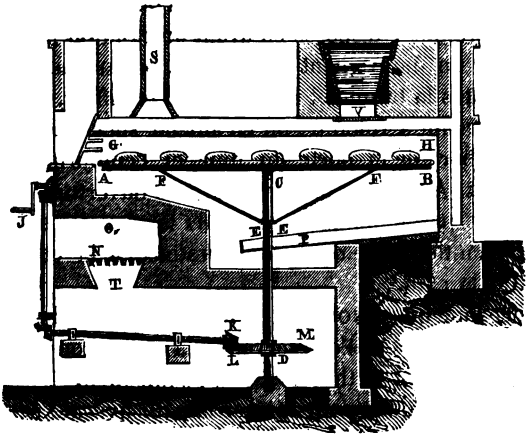


(Fig. 620.)

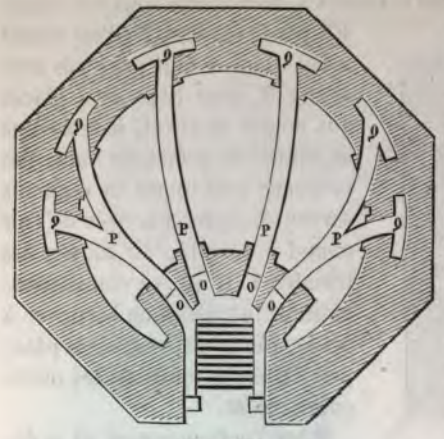
Pour l'enfournement et le défournement on éclaire le four au moyen de becs de gaz montés au bout de tuyaux en caoutchouc ou en cuivre et articulés de manière à pouvoir être portés dans les diverses parties du four.

La température du four, dont on s'assure par un thermomètre à air, étant maintenue à + 300°, la cuisson d'une fournée, enfournement et défournement compris, est d'une heure au maximum.

M. Rolland, dont nous avons décrit le pétrin, a imaginé un four dans lequel la sole AB (*fig.* 621 et 622) est tournante, et qui est for-



(Fig. 621.)



(Fig. 622.)

mée par un assemblage de plaques de tôle, sur lesquelles est posé un carrelage : au centre et en dessous de cette sole circulaire il a disposé un axe vertical C D, auquel viennent se relier des tringles E F qui concourent avec lui à soutenir la sole ; l'axe repose sur une crapaudine et peut être élevé ou abaissé à volonté, de sorte que l'on peut approcher ou éloigner la sole de la voûte du four G H. L'axe est mis en mouvement par une manivelle J qui agit sur un pignon K s'engrenant sur la roue dentée L M fixée à l'axe.

Le foyer N est placé beaucoup plus bas que le four; la fumée passe par quatre carneaux O, O, et de là dans les tubes en fonte P, P, reposant sur un carrelage incliné, qui la conduisent dans les carneaux verticaux Q Q....; elle passe ensuite en R sur la plaque de tôle qui forme la voûte du four, et enfin dans la cheminée S.

Le four n'étant pas en communication avec le foyer permet d'employer un combustible quelconque : si l'on se sert de bois, on glisse sous la trémie T disposée en avant un étouffoir pour recueillir la braise ; par un mouvement de bascule, on incline la grille, la braise coule dans la trémie et tombe dans l'étouffoir.

La sole tournant à volonté, on en amène successivement toutes les parties au bord de la porte du four, et l'enfournement s'opère très-facilement. Au-dessus de la voûte, une ouverture V fait communiquer une partie de la fumée sous la chaudière X, dans laquelle on chauffe facilement l'eau destinée à la confection des levains et de la pâte.

D'après ce que nous avons dit de la composition des farines, de l'emploi des levains et de l'eau servant à la confection de la pâte, on comprendra aisément la théorie de la panification.

L'eau que l'on ajoute pour former la pâte hydrate peu à peu le gluten et l'amidon ; elle dissout le sucre, la dextrine, l'albumine, etc.,

et par le pétrissage toutes ces matières sont mêlées intimement et uniformément avec le levain. L'introduction de l'air dans la pâte lors de l'étirage favorise la fermentation, qui ne tarde pas à s'établir lorsque la pâte, distribuée dans les corbeilles, est maintenue à la douce température du fournil : la toile qui l'enveloppe empêche d'ailleurs l'évaporation de l'eau et le refroidissement qui en résulterait. C'est alors que la pâte se gonfle par la production de l'acide carbonique résultant de la fermentation, et qui est retenu par la viscosité de la pâte, viscosité due au gluten. Lorsqu'on laisse durer assez longtemps cette fermentation, le volume des bulles de gaz augmente graduellement, et le pain en devient plus léger : il ne faut pas cependant laisser ce phénomène se prolonger trop longtemps, car alors la pâte n'aurait plus assez de consistance. Dans quelques provinces, comme en Normandie, on a l'habitude de ne pas laisser agir la fermentation aussi longtemps qu'à Paris, et l'on obtient un pain beaucoup plus compacte, d'une bonne qualité encore, mais nécessairement d'une digestion un peu moins facile.

La fermentation s'arrête dès que la pâte est enfournée, parce qu'elle éprouve brusquement une température élevée qui détruit les propriétés du levain ; l'amidon se gonfle, et toutes les parties de la pâte se lient intimement.

La fermentation est le résultat de la transformation du sucre en alcool : aussi un industriel avait-il pris en Angleterre un brevet pour recueillir cet alcool pendant la cuisson du pain ; mais la quantité d'alcool produite est si faible que ce procédé n'a donné aucun résultat. En effet, M. Dumas ayant chauffé plusieurs kilogrammes de pâte dans le bain-marie d'un alambic chauffé par une dissolution saturée de sel marin, n'en a retiré que quelques gouttes d'une eau insipide. Dans cette expérience la mie du pain était parfaite : il est donc constant que la cuisson de la mie se fait à + 100° ; mais il faut une température supérieure à + 200° pour qu'il se fasse une croûte solide et convenable, dont la coloration, qui passe graduellement du jaune clair à un jaune fauve de plus en plus foncé, est, comme nous l'avons dit plus haut, due à une sorte de caramélisation. C'est à l'intensité de la couleur que les ouvriers reconnaissent que la cuisson est arrivée à un point convenable et qu'il est temps d'opérer le défournement.

Le pain suffisamment cuit contient de 36 à 40 pour 100 d'eau ; la croûte n'en contient que 15, mais la mie en contient 45. Le pain de munition renferme ordinairement 43 pour 100 d'eau. Dans le pain des

boulangers il y a 5 parties de mie contre 1 de croûte, et dans le pain de munition 4 parties de mie et 1 de croûte.

Le biscuit que l'on prépare tant pour la marine que pour l'armée en campagne se fabrique de la même manière que le pain ; mais comme il ne doit occuper que peu de volume, on emploie moins d'eau pour faire la pâte. On la laisse reposer assez de temps pour que son hydratation soit complète, puis au moyen d'un rouleau on la met en tables, que l'on coupe en morceaux carrés ; on les perce d'un petit nombre de trous, afin de faciliter l'évaporation de l'eau et le dégagement des gaz : on empêche ainsi que ces galettes ne se gonflent. Au lieu de les déposer dans le fournil, on les place dans un endroit frais jusqu'au moment de l'enfournement.

Le four dans lequel on cuit le biscuit est plus bas de voûte que celui qui sert à la cuisson du pain ; l'air chauffé par ses parois pénètre dans une étuve destinée à recevoir les biscuits après leur défournement, et dans laquelle ils achèvent de se dessécher, parce que la cuisson ne dure pas plus de vingt-cinq minutes : comme elle s'opère à une température un peu moins haute, la croûte ne prend qu'une légère teinte blonde.

En parlant des matières que l'on pouvait introduire dans la farine, nous avons cité la fécule de pomme de terre. En France ce mélange est considéré à juste titre comme frauduleux, le pain qu'il donne étant naturellement moins nourrissant ; mais en Angleterre c'est un usage assez généralement répandu : le pain que l'on obtient ainsi est plus blanc et plus léger, et son goût semble plus agréable. Il est d'ailleurs assez facile de constater la présence de la fécule mêlée à la farine, soit en séparant le gluten, comme nous l'avons déjà dit, et en le pesant sec, soit en broyant dans un mortier avec de l'eau la farine suspecte, après en avoir séparé le gluten, puis en filtrant ; les grains de fécule, moins résistants que ceux de l'amidon de blé, se déchirent facilement par l'action du pilon, et l'eau entraîne à travers le filtre une partie de leur substance ; si à la liqueur filtrée l'on ajoute un peu d'iode, cette liqueur se colore en bleu quand elle contient de la fécule.

Quelquefois on a ajouté du carbonate de magnésie à la pâte de farine lorsque cette dernière était de mauvaise qualité : la qualité du pain en était très-sensiblement améliorée. Ed. Davy, qui a fait des expériences à ce point de vue, a vérifié que 1 gramme ou 2 au plus de ce sel ajoutés à 450 grammes de fleur de farine suffisaient pour procurer cette amélioration : cette quantité est trop faible pour qu'il

en puisse résulter quelque inconvénient sérieux, quoique le lactate de magnésie qui peut se produire pendant la fermentation soit certainement purgatif, comme le fait remarquer M. Dumas ; mais dans ces proportions 1 kilogramme de pain contiendrait un peu moins de 3 ½ grammes de magnésie, ce qui n'aurait réellement qu'une action bien faible.

Le carbonate d'ammoniaque est aussi employé pour rendre les pâtes plus légères, parce qu'il les fait lever plus fortement ; en outre la blancheur en est plus grande : comme la chaleur du four fait dégager entièrement l'ammoniaque et l'acide carbonique, il n'y a aucun inconvénient à se servir de ce sel ; mais ce sont principalement les pâtissiers qui en font usage.

Dans le volume précédent, nous avons eu occasion de faire connaître les autres substances dont s'est servie la fraude, nous n'avons pas à y revenir ; cependant nous devons ajouter que dans les farines on a quelquefois introduit de la craie, du plâtre, de la terre de pipe, du kaolin, etc. : ces matières sont trop faciles à reconnaître par l'incinération pour qu'il soit besoin d'insister sur ce point. Ces additions n'ont pour but que de tromper sur le poids de la marchandise ; cependant le plâtre aurait certainement une action nuisible sur l'économie, et il y a un double intérêt à constater sa présence.

EXTRACTION DU GLUTEN.

L'extraction du gluten a été tentée par un grand nombre de procédés ; celui qui paraît le plus avantageux, par sa facilité et son économie, est dû à M. E. Martin. L'appareil consiste en une sorte de pétrin mécanique ayant la forme d'un demi-cylindre, dont les parois latérales sont en toile métallique ; deux cylindres cannelés sont placés dans le sens de la longueur du pétrin, et par deux arbres munis de manivelles on leur imprime un mouvement alternatif. Le pétrin est placé dans une auge en bois demi-cylindrique, que l'on maintient pleine d'eau, où plongent les parois, en toile métallique des n° 60 à 80, à travers lesquelles l'amidon passe dans l'auge extérieure, et d'où, par deux ouvertures, l'eau l'entraîne dans une bache. L'appareil a 2 mètres de long sur 1 mètre ½ de large ; on peut y traiter à la fois la pâte faite avec un sac de farine de 157 kilogr. et 80 kilogr. d'eau.

Cette pâte doit toujours être préparée d'avance pour que le gluten ait le temps de s'hydrater : il faut 20 minutes en été et une heure en hiver.

L'amidon est d'ailleurs purifié par les procédés indiqués précé-

demment ; mais comme dans cette opération il y a toujours quelques parcelles de gluten adhérant aux grains d'amidon, M. Martin a été dans la nécessité de chercher à le détruire par une fermentation qui le transforme en composés solubles. On obtient ce résultat au moyen d'une eau sure provenant d'une opération précédente, et pour la première opération on en prépare une petite quantité par l'ancien procédé de l'extraction de l'amidon. L'amidon impur est mis en cuve avec trois fois son volume d'eau, à laquelle on ajoute 5 pour 100 d'eau sure ; la cuve est placée dans un atelier dont la température doit être d'environ + 20°. En peu de temps la fermentation s'établit ; elle se termine au bout de six jours en été et de dix en hiver : on achève l'épuration par des lavages comme dans l'ancien procédé.

MOUTURE.

La mouture est une opération importante, qui a pour but de réduire le grain en une farine brute, que l'on nomme *mouture*, contenant des farines et des sons à divers degrés de finesse, que l'on sépare les uns des autres par le blutage. Sur 1,000 kilogr. de blé épuré par la mouture dite économique cette opération donne :

		k.	
1°.	De la farine dite de blé	380	farine blanche, 671 kilogr.
2°.	— de 1er gruau	195	
3°.	— de 2e gruau	96	
4°.	— de 3e gruau	50	farine bise, 80 kilogr.
5°.	— de 4e gruau	30	
6°.	Recoupette	54	issues, 224
7°.	Recoupe	62	
8°.	Son gros et menu	108	
9°.	Déchet par évaporation et folle farine	25	25
			1,000

Les meules qui servent pour cette mouture ont 1m de diamètre et font 60 tours par minute. La mouture avant d'être conduite au blutoir doit être soigneusement refroidie, pour éviter l'altération de la farine. Les gruaux sont moulus de nouveau et blutés pour les convertir en farine.

Le procédé de mouture économique est assez généralement suivi pour les boulangers de Paris.

MOUTURE ANGLAISE.

La méthode de mouture anglaise donne plus de son et moins de farine ; le déchet n'est que de 20 kilogr. pour 1,000 de blé demi-

dur. Les meules ont 1m de diamètre ; elles font 120 tours par minute, et sont assez serrées pour réduire le grain en farine du premier coup. Le bluteau sépare la farine du son, qui doit être ensuite repassé dans un blutoir à brosses. La mouture, beaucoup plus échauffée que dans le système précédent, doit être préalablement passée dans un réfrigérant à agitateur. Ce procédé donne pour 1,000 kilogr. de blé demi-dur :

Farine blanche.	580 kil.	720 farine.
Farine demi-blanche.	140	
Son gros et menu.	260	260
Déchet, folle farine.	20	20
		1,000

MOUTURE A GRUAUX BLANCS OU A VERMICELLE.

Ce procédé a pour but d'obtenir beaucoup de gruaux, qui sont la partie la plus dure et la plus sèche du blé, et par suite les belles farines qui servent à faire les pains de luxe que l'on nomme pains de gruau.

Il faut que les meules soient moins rapprochées que pour la mouture économique ou américaine, car il faut écorcer et concasser le grain de manière à ce que la mouture soit un peu ronde ; et comme les gruaux doivent être sensiblement de même grosseur, on obtient ce résultat avec une meule courante très-légèrement concave, qui moud le grain graduellement.

Tous les blés ne sont pas également propres à ce genre de mouture ; celui qui donne les meilleurs résultats est le blé *gris et dur :* il faut qu'il soit exempt de carie, qu'il ne soit pas *bouté,* et dans tous les cas il doit être parfaitement épuré en le faisant passer successivement dans deux tarares, puis dans un crible battant de 3 mètres de longueur : on procède alors à la première mouture, qui donne les gruaux.

Pour séparer la farine, dont on ne peut éviter entièrement la production, on passe la mouture dans un blutoir en étamine ; cette farine est distinguée par le nom de *farine à vermicelle.*

On achève d'épurer les gruaux au moyen d'une sorte de tamis que l'on nomme *sas,* dans lequel la toile, de crin ou de soie, est remplacée par un parchemin fortement tendu et percé de trous extrêmement fins, sur lequel on ne charge à la fois que 2 ½ kilogr. de gruaux.

Les gruaux ainsi épurés et privés de folle farine reçoivent nom de *semoule :* on obtient alors pour 1,000 kilog. de blé de c première opération :

Farine.	230 kil.
Gruaux mêlés de son.	760
Déchet.	10
	1,000

Les gruaux mêlés avec le son passent dans un blutoir formé un tissu de soie dont les mailles vont en grandissant de l'extrén supérieure à l'inférieure : le récipient est séparé en trois comp timents, ce qui donne ainsi des gruaux de trois grosseurs.

Le mélange de gruaux et de son donne par ce moyen :

Gruau fin ou *fin finot*.	125 kil.	760 kilogr.
Gruau à sasser pour semoule. .	450	
Petit son.	120	
Gros son. . . :	60	
Déchet.	5	

On passe au sas les 450 kilogr. de gruaux, qui donnent :

Semoule.	260 kil.	450 kilogr.
Gruaux bis.	70	
Déchet de semoule ordinaire. .	75	
Recoupettes.	30	
Remoulage bis.	10	
Déchet.	5	

Les différentes semoules obtenues dans ces opérations succ sives sont réunies pour être moulues, et par ce moyen l'on obti en définitive pour 100 de blé :

Farine dite de blé.	23 00	
— 1re blanche.	7 25	
— belle de gruau.	26 50	
— gruau ordinaire.	10	
— 2e qualité.	4 25	
— 3e et 4e qualité.	7	
	78 00	ci. 78 00

D'une autre part, en issues diverses on a : ci. 78

Gros son.	5	
Petit son	10	
Recoupettes.	3	
Remoulage blanc.	1	
Remoulage gris.	3	
	22	22
		100

En comparant la mouture américaine à la mouture française, on trouve que pour 100 de blé la première donne en somme :

	Farine.	78	valant 25 fr. 96 c.
	Issues.	20	
	Déchet.	2	
		100	
La seconde....	Farine.	76	valant 24 fr. 69 c.
	Issues.	22	
	Déchet.	2	
		100	

Pendant la mouture il y a toujours une quantité notable de folle farine qui s'échappe de dessous les meules et vient adhérer aux murs, poutres, etc.: un habile minotier de Rennes a imaginé une disposition au moyen de laquelle on peut recueillir entièrement cette farine, ce qui diminue considérablement le déchet.

COUSCOUS.

Les diverses modifications apportées à la mouture du blé ne peuvent pas néanmoins empêcher qu'une partie notable de la matière nutritive ne passe dans les issues; cette matière n'est pas perdue, il est vrai, puisque les issues servent pour la nourriture des animaux : cependant il y aurait plus d'avantage à la retirer tout entière.

Les Arabes de la côte d'Afrique obtiennent ce résultat en préparant ce qu'ils nomment *couscous*. Le procédé est économique : dès que le blé a été récolté, les femmes le portent dans un lieu découvert et isolé : elles le mouillent complétement, le mettent en tas et le recouvrent d'étoffes mouillées : après quelques heures, le soleil aidant, le grain est gonflé ; on l'étend alors en couche mince sur

des toiles au soleil, afin d'éviter la germination. Cette dessiccation produit un retrait qui détruit l'adhérence de l'enveloppe ou périsperme du grain.

On ne laisse pas trop sécher le grain, que l'on passe entre deux légères meules en calcaire d'un moulin à bras dont il n'y a que la meule supérieure qui tourne : le grain y est seulement réduit en fragments gros comme du millet ; on l'expose au soleil pour achever sa dessiccation. Ensuite un simple vannage suffit pour séparer les fragments des pellicules, dont le poids n'est que les $\frac{6}{100}$ de celui du grain, ce qui lasse 94 pour 100 de matière à farine ; tandis que par les différents procédés de mouture que nous avons cités le minimum d'issues est de 22 pour 100.

Il est probable que ce couscous considéré comme gruau et soumis à la mouture donnerait tout au plus un nouveau déchet de 4 pour 100, et qu'en résumé on retirerait 90 de farine de 100 de blé, au lieu de 78, maximum obtenu par le procédé américain. En France, au moins dans le nord, à défaut du soleil d'Afrique, on pourrait pour sécher le grain avoir recours aux divers procédés que l'on a imaginés pour dessécher celui auquel on a été forcé de faire subir un lavage, et surtout à l'appareil de M. de Maupou, qui peut dessécher en vingt-quatre heures 300 hectolitres de blé. Ce procédé serait certainement avantageux pour les blés avariés, qui doivent être soumis au lavage, mis en tas dans une étuve, comme pour la germination de l'orge, puis desséchés lorsque le gonflement est suffisant : dans tous les cas cette main-d'œuvre nécessaire ne serait pas une augmentation sensible pour la préparation du couscous, puisqu'elle serait nécessaire aussi pour la mouture ordinaire, sauf l'étuve pour le gonflement du grain ; mais comme le couscous en résumé n'est composé que de gruaux, les frais de mouture seraient certainement moindres, puisque l'on n'aurait pas besoin de blutages aussi multipliés pour la séparation des issues, qui sont éliminées d'abord par le vannage.

SUCRE.

Le sucre, dont nous avons traité au point de vue chimique seulement, était connu de temps immémorial en Chine et aux Indes ; mais il ne le fut en Europe qu'à la suite des conquêtes d'Alexandre :

il y était employé seulement comme médicament du temps de Rome. Les Vénitiens le rendirent un peu plus commun, par leur grand commerce aux Indes; enfin, la découverte de l'Amérique, qui l'a rendu beaucoup plus commun, en a fait presque un aliment de première nécessité.

Nous avons vu que l'on distinguait plusieurs espèces de sucres : ceux qui cristallisent régulièrement en prismes d'assez grandes dimensions et transparents, ceux qui ne cristallisent pas sous des formes déterminables, enfin ceux qui ne cristallisent réellement pas.

La canne, espèce de graminée, est la plante qui pendant de longs siècles a seule produit le sucre cristallisable, ou sucre proprement dit. Les guerres de l'empire, pendant lesquelles le sucre des colonies ne pouvait arriver en quantité suffisante pour la consommation, et dont le kilogramme coûtait alors 10 fr., firent chercher des sources nouvelles de ce produit : on en retirait du miel, on en extrayait du moût de raisin ; enfin, en Prusse d'abord, Achard, chimiste habile de Berlin, reconnut qu'il y avait moyen de retirer de la betterave un sucre pareil à celui de la canne. Mais il s'en trouve encore dans d'autres végétaux, comme les tiges du maïs, du sorgho, la sève de l'érable à sucre, celle du lilas, les carottes, la plupart des cucurbitacées, telles que les melons et les citrouilles, etc.; les châtaignes en donnent aussi. Les seules plantes dont on le retire industriellement sont la canne dans les pays voisins des tropiques, le sorgho en Chine, la betterave en Europe et l'érable dans l'Amérique du Nord.

EXTRACTION DU SUCRE DE CANNE.

De tous les végétaux la canne est celui qui contient proportionnellement la plus grande proportion de sucre ; en effet, la canne rend environ 90 pour 100 de son poids de suc, que l'on nomme *vesou*, lequel marque de 10 à 14 degrés à l'aréomètre de Baumé et contient de 18 à 20 de sucre cristallisable, d'après les recherches de M. Péligot. Les cannes après l'extraction de leur suc prennent le nom de *bagasses*, et servent de combustible ; mais, d'après les essais que nous avons faits sur cette substance envoyée de la Guadeloupe, elles retiennent toujours une quantité notable de sucre, environ 6 pour 100 de leur poids, quantité qui pourrait en être extraite par un traitement convenable, que nous avons essayé.

M. Dupuy, pharmacien à la Guadeloupe, a trouvé la composition suivante aux cannes fraîches :

Eau.	72,0
Sucre.	17,8
Ligneux.	9,8
Sels.	0,4
	100,0

M. Berthier a trouvé dans les cendres de la canne :

Silice.	68
Potasse.	22
Chaux et magnésie.	10
	100

Mais la potasse et la chaux étaient en partie combinées avec de l'acide phosphorique.

Les différentes variétés de cannes ne sont pas également riches en sucre ; celle qui en contient le plus est connue sous le nom de canne de Taïti ou canne à rubans. Cette plante peut être multipliée par graine dans les contrées les plus chaudes ; mais on préfère en général faire des plantations de boutures, au moyen de tronçons pris entre deux des nœuds de la tige et avec les nœuds : on en choisit pour cela la partie supérieure, qui est moins riche en sucre, et on en supprime les quatre nœuds du sommet : ce qui n'est pas employé pour boutures sert de fourrage. On pose les boutures dans des fosses, sous un angle de 45°, puis on les recouvre de terre meuble profonde et peu humide ; autrement les cannes contiendraient moins de sucre. Cette culture demande l'emploi d'amendements et d'engrais très-riches, car la plante épuise promptement le sol : c'est pourquoi dans nos colonies, où le terrain de chaque exploitation est de peu d'étendue, le rendement est beaucoup moindre par hectare qu'à la Havane et au Brésil. La durée de la culture est de quinze mois : le tableau suivant donne la quantité de produits obtenue par hectare pendant ce temps dans divers pays.

Louisiane, en moyenne.	2,250 kilog.
Martinique.	2,500
Guadeloupe.	3,000
Bourbon.	5,000
Brésil et Cuba.	7,500

Ce qui correspond par hectare et par an à :

Louisiane, en moyenne.	1,800 kilog.
Martinique.	2,000
Guadeloupe.	2,400
Bourbon.	4,000
Brésil et Cuba.	6,000

La betterave donne en France par hectare et par an 1,500 à 2,400 kilog., ou en moyenne 1,950 kilogr., c'est-à-dire à peu près comme la canne à la Louisiane et à la Martinique.

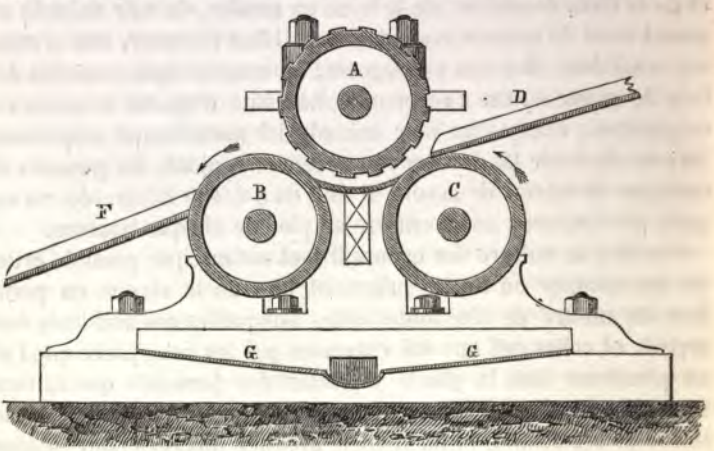
L'épuisement des terres a nécessité dans nos colonies l'emploi d'engrais riches et contenant une très-faible quantité de sels minéraux, dont la présence nuirait beaucoup au travail, en produisant une beaucoup plus grande quantité de mélasse : aussi depuis un certain nombre d'années envoie-t-on d'Europe pour engrais du sang et de la chair desséchés, de la laine en poudre, du noir animal ; on se sert aussi de morues avariées, mais il faut les laver, afin d'enlever le sel dont elles sont imprégnées ; on emploie également les débris de poissons. On a reconnu la nécessité d'ajouter à toutes ces substances, excepté au noir animal, des matières qui empêchent les rats de venir les dévorer : pour cela on y ajoute du poussier de charbon et mieux de la suie. Il faut de 3 à 400 kilogr. de ces engrais par hectare : on en enterre au pied de chaque bouture.

Pendant la culture des cannes il faut autant que possible éviter de les entamer ou de les briser, et lors de la récolte on prend soin de mettre de côté toutes celles auxquelles ces accidents sont arrivés et celles qui ont été entamées par les rats, parce que l'air en pénétrant dans la plante y produit des ferments qui agissent immédiatement sur le vésou après son extraction. On extrait à part le suc de ces cannes, et on le mêle avec les mélasses pour obtenir le rhum et le tafia.

Le suc est retenu dans le tissu cellulaire; dans les tiges saines il n'éprouve aucune altération entre deux nœuds CD, DE, comme on le voit dans la *fig.* 623, qui représente une tige de canne AB; la tranche A, coupée perpendiculairement à l'axe de la tige, en montre la composition; ce sont des filets de cellulose, formés de vaisseaux capillaires parallèles entre eux comme dans les tiges de palmiers; ils sont réunis en faisceaux par des fibres ligneuses, plus rapprochées vers l'extérieur de la tige : ils sont entourés d'un tissu médullaire.

(Fig. 623.)

Lorsque les cannes sont mûres, on les coupe en biseau près de terre; on supprime la flèche (c'est l'extrémité qui porte les fleurs), puis les quatre nœuds supérieurs destinés à faire les boutures, et on les porte ensuite le plus promptement possible aux moulins pour en extraire immédiatement le suc au moyen de trois cylindres creux en fonte, disposés horizontalement sur un bâti également en fonte, muni d'armatures en fer : des vis permettent d'écarter ou de rapprocher à volonté les cylindres. Le cylindre supérieur A est cannelé; il est mû par une grande roue, et transmet le mouvement aux deux autres cylindres B et C par des roues d'engrenage (*fig.* 624). En portant le nombre des cylindres à cinq, comme l'avait



(Fig. 624.)

proposé M. Payen, MM. Nilus, Derosne et Cail sont parvenus à obtenir un rendement plus considérable; les cannes sont conduites entre les cylindres A et B par la gouttière D; le mouvement des cylindres, dont la marche est indiquée par les flèches, les entraîne entre les deux cylindres A et C; elles y sont dirigées par la lame courbe en fer E. Les bagasses pressées sont rejetées en dehors par la gouttière F; le jus tombe dans le bassin G, d'où il s'écoule par l'ouverture H dans le réservoir, où il est puisé par une pompe qui le porte dans les chaudières à déféquer. Les appareils à trois cylindres donnent 60 de jus pour 100 de cannes : on laisse donc ainsi dans le tissu de la plante 20 pour 100 de son poids de jus, et par suite on ne retire que les trois quarts du sucre qu'elle devrait donner, et que l'on peut facilement extraire sous forme de sucre ou de rhum comme je l'avais indiqué en 1836. Dans quelques usines les cylindres sont chauffés intérieurement par la vapeur : la canne ainsi chauffée perd de son élasticité et laisse écouler plus facilement le jus; de sorte que le rendement est plus considérable.

Au-dessous des cylindres se trouve une rigole à double enveloppe, dans laquelle circule de la vapeur et au moyen de laquelle le jus se rend dans des bacs à double fond, parcourus aussi par de la vapeur, qui porte leur température à + 50°, afin d'empêcher la fermentation, d'où résulterait immédiatement la formation d'une grande quantité de glucose.

Dès qu'un bac est rempli, le jus est monté par un appareil spécial dans un tube qui le conduit dans des chaudières à déféquer, ayant une capacité de 10 hectolitres, et dans lesquelles on ajoute de la chaux pour la défécation. Ces chaudières sont en cuivre. M. Dupuy a reconnu qu'en ajoutant $\frac{1}{1000}$ de chaux au vesou pendant son extraction l'on n'obtenait que du sucre cristallisable; dans les chaudières à déféquer, on met en moyenne 225 grammes de chaux pour 10 hectolitres de vesou.

Pour opérer la défécation il faut d'autant moins de chaux que le vesou est de meilleure qualité. La défécation produit des écumes qui font reconnaître si la quantité de chaux employée est suffisante; dans ce cas les écumes, qui montent facilement, sont fermes et épaisses; l'ébullition y produit des crevasses par lesquelles on voit couler un liquide incolore.

Lorsqu'on fait bouillir le vesou sans y ajouter de chaux, il se produit aussi des écumes. M. Avequin, auquel on doit d'intéressantes observations sur cette fabrication, a obtenu de 10 litres de vesou

provenant de cannes de Taïti 15 grammes d'écumes, dans lesquelles il a trouvé :

Cérosie.	7,5
Matière verte.	1,5
Albumine et ligneux.	3,4
Phosphate de chaux.	0,5
Silice.	2,1
	15,0

Le phosphate de chaux que renferme le vesou est à l'état de phosphate acide; l'addition de la chaux pendant la défécation produit du phosphate de chaux basique, du silicate de chaux, insolubles tous deux et servant en même temps à coaguler l'albumine. Au moyen de larges écumoires, au fur et à mesure de leur formation, on enlève ces écumes, qui montent à 4 ou 5 pour 100 du vesou, on les fait égoutter; le jus défèqué est versé dans des filtres chargés de noir animal en grains ayant servi à la décoloration du sirop d'une autre opération; on trouve les parois de la chaudière tapissées de phosphate de chaux basique, qui au bout d'un peu de temps finit par y former une couche assez épaisse et que l'on nomme *cal :* pour le détacher, on chauffe la chaudière à sec; la dilatation du métal fait détacher le cal, qui se fend. M. Avequin, qui l'a analysé, y a trouvé :

Phosphate basique de chaux.	92,5
Carbonate de chaux.	1,4
Silice.	4,7
Phosphate de cuivre.	1,4
	100,0

Le jus défèqué est concentré en le faisant passer sur des serpentins condenseurs, dans lesquels passe la vapeur qui s'échappe des chaudières à cuire : on le concentre ainsi jusqu'à ce qu'il marque 16 degrés à l'aréomètre de Baumé; au moyen d'un tube aspirateur on le fait passer dans une chaudière pour le cuire dans le vide jusqu'à ce qu'il marque 25 degrés; on le filtre alors sur du noir animal neuf, pour le cuire au crochet dans le vide. Comme dans ces appareils le sirop n'est pas à une température élevée, on le fait passer dans un réchauffoir; autrement il donnerait des cristaux tellement fins qu'ils retiendraient fortement la mélasse dont on ne pourrait que difficilement les purger.

Lorsque par le refroidissement la température n'est plus que de + 30 à + 36°, on fait égoutter, et l'on clairce dans des caisses ou des formes. Dans les sucreries bien établies on opère maintenant avec l'appareil centrifuge, que nous décrirons plus loin, lequel donne en peu de minutes des résultats meilleurs que l'égouttage et le clairçage dans les caisses ou les formes, qui exigent un assez grand nombre de jours.

Les bacs à cristallisation sont des caisses rectangulaires, qui ont environ 2 $\frac{1}{2}$ mètres de long sur 2 mètres de large, et seulement 32 centimètres de profondeur : à la Louisiane on les fait avec des madriers de bois de cyprès qui ont de 10 à 11 centimètres d'épaisseur.

Par ces procédés, bien supérieurs à ceux qu'on employait il y a une vingtaine d'années, on obtient un sucre en petits cristaux de 2 millimètres environ, très-nets, à peine colorés, au lieu des cassonades jaunes qui étaient le sucre brut ordinairement produit par nos colonies, sucre très-mal purgé de matières étrangères.

Les mélasses provenant des caisses, des formes ou des centrifuges s'écoulent ordinairement dans des citernes, où elles achèvent de se refroidir, et laissent alors déposer une nouvelle quantité de sucre, formant une couche de 5 à 6 centimèt. de sucre en grains très-fins, dans la proportion d'environ $\frac{1}{10}$ du sucre brut obtenu.

Ce sucre, que l'on nomme fond de citerne, est très-impur ; il contient 3 $\frac{1}{4}$ environ pour 100 de matières organiques et salines : voici l'analyse que M. Avequin a donnée de ce résidu, qui pour 100 contient :

Silice.	10,084
Phosphate acide de chaux.	5,729
— basique de chaux.	7,833
Gomme ou matière mucilagineuse. .	15,081
Matière colorante formant laque avec le phosphate de chaux basique. . .	0,706
Sulfate de potasse.	15,530
Chlorure de potassium.	20,896
Acétate de potasse.	20,326
Acétate de chaux.	3,813
	99,998

M. Dupuis a établi le compte suivant du sucre obtenu et de celui qui est perdu dans les opérations telles qu'elles étaient conduites il y a une vingtaine d'années.

Pour 1,000 kilogr. de cannes :

Sucre obtenu.	79 à 73	
— perdu dans les mélasses.	20 à 18	84
— perdu dans les bagasses. . . .	64 à 66	

Ainsi, comme on le voit, on ne retirait pas de la canne tout à fait la moitié du sucre qu'elle contient. Cette proportion est sensiblement augmentée depuis que l'on exerce sur la canne une pression plus énergique, et que l'on conduit la cuite d'une manière plus convenable; les bagasses en retiennent moins, et l'on produit une plus faible quantité de mélasses.

Les bagasses retiennent cependant toujours une quantité trop considérable de sucre pour qu'il n'y ait pas un grand intérêt à l'en retirer; lorsque nous le proposâmes, on nous objecta qu'elles servaient de combustible, ce qui était un avantage, à cause de la rareté du bois : sous ce rapport elles n'étaient cependant pas perdues. Voici le procédé qui fut pratiqué à notre laboratoire :

Les bagasses moulues ont été épuisées par un lavage méthodique au moyen d'eau chauffée à + 60°; le sirop fut cuit ensuite convenablement pour extraire le sucre, que l'on obtint difficilement cristallisé, et seulement en quantité relativement faible, car il avait été en grande partie altéré pendant la traversée; aussi fut-on obligé de le convertir en alcool, ne représentant que 12,97 pour 100 du poids des bagasses; tandis qu'aux colonies les bagasses traitées ainsi immédiatement auraient donné au minimum 15 pour 100. Le résidu moulé en mottes pouvait servir de combustible tout aussi bien que les bagasses elles-mêmes.

Il faut espérer que les colons, mieux renseignés, ne laisseront pas maintenant perdre au moins un tiers du sucre que les cannes peuvent leur donner; et s'ils trouvaient trop de difficulté dans sa cristallisation, ils pourraient au moins le transformer en alcool, dont le prix toujours croissant leur assurerait un bénéfice raisonnable.

SUCRE DE BETTERAVE.

La fabrication du sucre de betterave, qui n'a commencé à prendre rang dans l'industrie que vers 1812, époque où, malgré l'imperfection des procédés employés, elle était encore productive en raison du prix énorme du produit, fut presque détruite après les événements de 1814, qui firent tomber immédiatement le prix du sucre

de 6 à 1 franc. Mais la persévérance de quelques habiles industriels fit faire à cette fabrication des progrès si rapides, et l'emploi du noir animal, dont les propriétés avaient été découvertes en 1812 par M. Figuier de Montpellier, rendirent sa fabrication relativement si simple que bientôt les fabriques se multiplièrent et purent soutenir la concurrence, grâce à un droit protecteur qui pesait seulement sur les sucres des colonies et les sucres étrangers; enfin, maintenant que l'impôt pèse également sur les deux sortes de sucres, celui de betterave peut encore soutenir la concurrence.

Cette industrie offre une importance très-grande, non-seulement sous le rapport industriel, mais encore au point de vue agricole : c'est pourquoi nous nous attacherons à décrire les procédés suivis dans ce genre de fabrication, ainsi que le parti que sous tous les rapports l'on peut tirer de la culture de la betterave.

La culture de la betterave à sucre est une des plus avantageuses comme culture sarclée, mais à la condition de faire partie d'un assolement qui ne la fait revenir qu'au bout de trois ou quatre ans sur la même terre. Toutes les variétés de betteraves ne sont pas également propres à l'extraction du sucre : les unes ne sont pas assez riches, les autres contiennent trop de matière colorante; celles que l'on préfère sont la betterave blanche de Silésie et la betterave à peau rose, qui paraît contenir plus de sucre que toutes les autres.

M. Vilmorin, dans des expériences faites successivement sur différentes betteraves, a cru trouver qu'en récoltant seulement les graines des espèces les plus riches on pourrait apporter dans la production de cette plante des améliorations analogues à celles que l'on obtient sur les animaux; ainsi, de betteraves contenant 12 pour 100 de sucre il espère, au moyen d'une culture convenable, obtenir des espèces qui en rendront 15 pour 100.

M. Payen a analysé la betterave blanche de Silésie; la moyenne de ses résultats lui a donné les nombres suivants :

Eau	83,5
Sucre	10,5
Cellulose, contenant probablement de la pectose	0,8
Albumine, caséine et autres substances azotées neutres	1,5
Sels divers, gomme, acides, etc.	3,7
	100,0

Les sels et autres substances qu'il y a reconnus sans les doser sont : l'acide malique, la pectine, des matières gommeuses, grasses, colorantes, une huile essentielle, de la chlorophylle, de l'asparamide, du soufre, de l'acide silicique, de l'oxalate et du phosphate de chaux, du phosphate de magnésie ; des silicate, nitrate, sulfate et oxalate de potasse ; de l'oxalate de soude ; des chlorures de potassium, de sodium et du chlorhydrate d'ammoniaque ; des pectates de potasse, de soude et de chaux ; de l'oxyde de fer, etc.

On voit que la composition de la betterave est beaucoup plus complexe que celle de la canne ; elle contient une bien plus grande quantité de matières salines, ce qui rend l'extraction du sucre beaucoup plus difficile, la présence de ces différents sels y étant très-nuisible.

La densité du jus de la betterave, la proportion de sucre qu'il contient varient selon l'époque à laquelle la betterave est récoltée. MM. Pelouze d'une part et Peligot de l'autre ont fait de ces différences, selon les époques auxquelles les racines étaient arrachées, une étude très-utile pour la pratique. Les résultats suivants ont été obtenus par M. Péligot, qui les a rectifiés d'après des remarques de Braconnot.

Betterave du poids de 25 grammes de l'École de botanique et arrachée le 2 août :

Eau	90,5	
Sucre	5,0	9,5
Ligneux, albumine, pectine, etc.	4,5	
	100,0	

Id. pesant 900 grammes, arrachée le 7 septembre ; la densité du jus donne 4°, 5 à l'aréomètre de Baumé :

Eau	90,0	
Sucre	7,3	10,0
Pectine	0,8	
Ligneux, albumine, etc.	1,9	
	100,0	

Id. petite, pesant 100 grammes, arrachée le 26 septembre :

Eau	84,9	
Sucre	10,0	14,1
Pectine	1,8	
Ligneux albumine	2,3	
	99.0	

D'après ce tableau on voit que le poids relatif de matières sèches augmente à mesure que la betterave approche davantage de sa maturité.

Une betterave de Grenelle pesant 300 grammes récoltée le 7 août contenait 15,5 pour 100 de matières sèches, dont 8,9 de sucre : une autre de la même provenance récoltée le 15 novembre, contenant 19,6 de matières sèches, a donné à M. Péligot 11,4 de sucre cristallisé, et le jus marquait 9° à l'aréomètre de Baumé.

Si les exigences de la fabrication ne forçaient pas à commencer la récolte dès la fin de septembre, on voit qu'il y aurait un grand avantage à la retarder jusqu'au mois de novembre.

M. Péligot a trouvé dans la betterave montée en fleur :

Eau	85,5	
Sucre	9,3	16,5
Pectine	3,4	
Ligneux, albumine, etc.	3,3	
	101,5	

Il vaudrait donc encore mieux se servir de betteraves dans cet état la deuxième année que de celles qui seraient récoltées en septembre. Mais une fois que la plante est montée en graine, la racine ne contient plus de sucre, comme le prouve l'analyse suivante du même chimiste, qui y a trouvé du nitrate de potasse :

Eau	94,5
Sucre	0,0
Nitrate de potasse	1,9
Pectine	1,1
Ligneux, albumine, etc.	2,5
	100,0

Les feuilles de la betterave contiennent un peu de sucre après la fructification ; M. Péligot y a trouvé :

Eau	93,6	
Sucre et pectine	1,3	6,4
Nitrate de potasse	1,5	
Fibre ligneuse	3,6	
	100,0	

M. Pelouze en analysant les betteraves avait reconnu qu'elles con-

tenaient du sucre cristallisable, sans aucune trace de sucre incristallisable ; ce fait a été confirmé depuis par M. Péligot. Braconnot dans une analyse de cette racine a cru y reconnaître la présence du sucre incristallisable, mais il est probable que ce sucre provenait d'une altération produite pendant l'expérience; les expériences de MM. Pelouze et Péligot ne peuvent laisser aucun doute à cet égard. Braconnot y a trouvé du nitrate de potasse; avec certains engrais, comme ceux dont on se sert dans les environs de Paris, ces racines peuvent souvent contenir une très-forte proportion de ce nitrate et très-peu de sucre.

Pour la culture de la betterave, qui est une racine pivotante, susceptible d'acquérir d'assez grandes proportions, il est donc nécessaire de semer dans un sol profond et d'éviter avec soin d'employer des engrais qui contiennent une quantité trop forte de sels solubles : en général pour cette culture, lorsqu'elle est pratiquée dans le but de fabriquer du sucre, on exige que les betteraves ne soient semées que dans un terrain qui ait donné une récolte préalable après la fumure.

Lorsque les betteraves sont arrivées à leur maturité, on procède à l'arrachage, qui doit se faire avec précaution et en évitant bien de les blesser, sans quoi le suc s'altérerait comme dans les cannes écorchées : celles qui ont éprouvé cet accident doivent toujours être mises à part, afin de les traiter immédiatement.

On étête les betteraves qui ne doivent pas être conservées longtemps ; cette opération se fait avec une bêche avant de les arracher, ou mieux avec un couteau après l'arrachage : cette dernière méthode, quoique plus longue, est préférable, parce que l'opération est faite plus régulièrement.

Lorsque les racines doivent être conservées longtemps, il vaut mieux ne pas les étêter. Dans tous les cas on met en tas dans les champs les betteraves qui ne doivent pas être conservées longtemps, en ayant soin de les recouvrir de feuilles. Celles qui ne peuvent entrer que tardivement dans la fabrication doivent être placées dans des silos sensiblement pareils à ceux dans lesquels on conserve les pommes de terre destinées à la fabrication de la fécule ; la largeur de ces silos est de 1^{m}, 66 au niveau du sol, de 1^{m}, 40 au fond ; on leur donne environ 1 mètre de profondeur au maximum ; leur longueur est indéterminée, mais dans quelques exploitations cette longueur est séparée par des cloisons faites en terre, que l'on ménage de six en six mètres en les creusant. Au moyen de

cette précaution, s'il se produit de l'altération dans une de ces sections, cette altération ne peut pas se propager dans les autres.

Ces silos sont disposés près d'un chemin dans le voisinage de l'usine.

Lorsqu'ils sont emplis de racines, on les recouvre avec la terre que l'on a enlevée en les creusant, afin de les préserver de l'action de la gelée.

Un hectare de bonne terre qui a reçu une quantité convenable d'engrais peut produire de 35 à 45,000 kilogr. de betteraves.

La conservation des betteraves étant très-difficile, et les précautions les meilleures ne pouvant faire éviter d'une manière certaine les altérations spontanées dans les silos, altérations qui déterminent toujours la diminution du sucre, ni celles qui proviennent de l'action des fortes gelées, M. Schutzenbach a essayé le premier un procédé de dessiccation de la betterave qui a été tenté avec succès par un certain nombre de fabricants. Pour opérer la dessiccation les betteraves sont découpées d'abord en lames minces, qui sont reçues sur une série de toiles métalliques sans fin superposées qui se meuvent dans une étuve. Ce procédé de conservation permet de prolonger indéfiniment le travail de l'extraction, qui se fait par lévigation.

Quand on conserve fraîches les betteraves, l'extraction du sucre s'opère au moyen de la râpe et de pressions successives ; il en résulte deux procédés distincts, qu'un habile industriel belge a combinées d'une manière qui semble très-avantageuse.

Les betteraves doivent être parfaitement lavées, et quel que soit le procédé par lequel on veuille les traiter, l'on doit avoir soin d'enlever très-exactement les pierres qui peuvent se trouver retenues entre le plis de ces racines ; autrement, les dents des scies de la râpe et les lames du découpeur seraient promptement brisées.

Le lavage se fait dans un cylindre pareil à celui que nous avons décrit pour le lavage des pommes de terre ; on enlève après au couteau toutes les radicelles.

Le râpage s'exécute ensuite avec une râpe pareille à celle qui sert pour les pommes de terre, et composée d'un cylindre en fonte autour duquel les lames de scie sont disposées de manière à ce que l'on puisse les remplacer facilement. Les betteraves sont présentées au cylindre dévorateur et pressées contre lui par deux poussoirs mécaniques qui marchent alternativement, de telle sorte que chacun d'eux fait trois poussées par minute ; la râpe fait 800 tours dans le même temps. Pendant l'opération un filet d'eau continu enlève en coulant sur le cylindre la portion de pulpe qui se trouve retenue entre

les lames, et qui les empêcherait de fonctionner. En réduisant le nombre des poussées à trois par minute, au lieu de six, on obtient une pulpe beaucoup plus divisée ; les cellules saccharifères plus généralement déchirées donnent une plus grande proportion de jus, et l'eau qui lave légèrement le cylindre en extrait également une partie. Les poussoirs mécaniques sont mis en mouvement par un arbre coudé ou mieux par un excentrique qui fait agir le poussoir graduellement et le retire ensuite brusquement. Dans le principe, la betterave était poussée à la main au moyen d'un sabot en bois.

La pulpe doit être pressée aussi promptement que possible, sans cela le sucre éprouverait promptement une altération qui compromettrait la suite des opérations et diminuerait beaucoup le rendement : on la met dans des pièces d'un tissu de laine posées sur des plaques et des claies métalliques, on les replie de sorte que la pulpe soit comme dans un sac, ayant 55 centimètres de long, 50 de large et une épaisseur de 25, que l'on rend aussi égale que possible lorsqu'on y place la pulpe. On pose une claie sur ce premier chargement pour en faire un nouveau, de la même manière ; on les empile d'abord sous une presse à vis ou à cric, qui permet de retirer 35 à 40 pour 100 du jus ; on remonte ensuite le cric ou l'on relève la vis ; on retire alors les claies avec leurs sacs pour les poser, en renversant leur ordre, sous une presse hydraulique, que l'on fait agir progressivement mais lentement, pour éviter la rupture des enveloppes : on exerce la pression jusqu'à 800,000 kilogr., et on la maintient ainsi pendant environ un quart d'heure, puis on arrête la presse pour la décharger.

Pendant ce temps on fait un nouveau chargement sous la première presse : de cette manière l'opération est continue.

Quand les claies sont retirées de la presse hydraulique, on met deux sacs l'un sur l'autre, et on les place entre deux claies pour exercer une nouvelle pression aussi énergique. Par ce moyen on obtient 75 pour 100 du jus.

On en extrait encore 15 pour 100 en opérant comme M. de Mesmay, qui expose à l'action de la vapeur dans un appareil clos les sacs sortant de la presse hydraulique ; les cellules qui ont résisté jusqu'alors sont déchirées, et une nouvelle pression en fait sortir le jus. Il y aurait certainement avantage à remplacer cette nouvelle pression par un lavage méthodique, en employant surtout de l'eau chauffée à + 70°, ce qui diminuerait les chances d'altération.

L'expérience a démontré qu'en plongeant de temps en temps les

sacs dans de l'eau contenant 3 millièmes de tannin on évite les altérations, qui s'opèrent surtout lorsque les betteraves ne sont pas tout à fait saines.

Le jus doit être traité au fur et à mesure qu'il sort des presses ; il se rend dans un réservoir, d'où il est monté dans les chaudières à défécation, dont la capacité est de six à huit hectolitres au maximum, et qui sont toujours disposées sur un étage assez élevé pour que le jus déféqué puisse se rendre naturellement dans les filtres et dans les chaudières par où il devra passer. Il faut chauffer très-rapidement le jus, pour éviter les altérations qu'il pourrait éprouver spontanément ; et s'il était possible de chauffer le canal par lequel il se rend dans le réservoir et le réservoir lui-même, sans trop augmenter la dépense, les résultats seraient certainement meilleurs. Tous les conduits et le réservoir doivent être en métal, et préférablement en cuivre rouge ; les angles doivent être arrondis afin de pouvoir les nettoyer facilement.

Pour la défécation, qui s'opère au moyen de la chaux, dont la proportion varie selon la nature des betteraves, et selon que la saison est plus ou moins avancée, on commence par élever rapidement la température du jus à + 60°. Au commencement de la fabrication, c'est-à-dire vers le 20 septembre, on ajoute seulement 3 kilogr. de chaux pour 10 hectolitres de jus, et l'on en augmente graduellement la quantité de telle sorte qu'à la fin de la campagne elle peut s'élever à 10 kilogr.

Il est important de connaître la composition de la chaux que l'on emploie ; elle doit être aussi pure que possible, et avoir été éteinte avec dix fois son poids d'eau bouillante, ou au moins très-chaude, puis avoir été passée à travers un tamis métallique en fer du n° 60, afin de retenir les fragments de pierre et de chaux non cuite qui pourraient s'y trouver. Pour estimer la valeur du lait de chaux on l'agite fortement, afin que la chaux soit tenue entièrement en suspension, et l'on y plonge un aréomètre de Baumé ; on y ajoute de l'eau jusqu'à ce qu'il marque 10 degrés : dans cet état chaque litre du lait représente 100 grammes de chaux sèche : on sait d'après cela combien il en faut prendre pour la défécation de 10 hectolitres ou 1,000 litres de jus, selon les indications données précédemment.

La préparation du lait de chaux est très-importante ; il faut toujours en préparer une grande quantité à la fois : dans quelques usines on en fait en une seule fois tout ce qui est nécessaire pour

la campagne entière ; mais dans tous les cas il ne faut pas opérer sur moins de 200 kilogr. de chaux, et il faut surveiller attentivement l'opération, car, comme nous l'avons dit, la défécation est une des parties les plus importantes de la fabrication.

Les chaudières à déféquer ont un double fond, d'où partent trois tuyaux munis de robinets, et disposés, l'un au fond, le second à moitié de la hauteur, et le troisième à la partie supérieure (voir plus loin la fig. 626). Par le robinet du milieu on fait arriver de la vapeur à + 153° venant d'un générateur qui marche à cinq atmosphères; le tuyau qui part du fond fait écouler l'eau condensée dans le générateur; enfin, lorsqu'on commence à chauffer on ouvre le robinet du tuyau supérieur par lequel l'air contenu dans le double fond peut s'échapper, puis on le ferme : la vapeur n'éprouvant pas la résistance que l'air pourrait lui opposer peut chauffer également toutes les parties de la chaudière qui sont comprises dans le double fond.

On reconnaît facilement quand la défécation est bonne : dès le commencement il se dégage de l'ammoniaque, ensuite on voit des flocons bien détachés qui flottent dans un liquide clair, puis il se forme des écumes d'un brun verdâtre, qui n'adhèrent pas aux bords de la chaudière, prennent peu à peu une consistance assez ferme, et dans lesquelles le bouillon produit des crevasses d'où la vapeur s'échappe en répandant une odeur sensible d'ammoniaque; le jus que l'on aperçoit doit être parfaitement clair : s'il ne l'était pas, cela indiquerait que la proportion de chaux employée était insuffisante ; il faut alors en ajouter par petites parties mesurées exactement; par ce tâtonnement on arrive assez facilement à déterminer la quantité de chaux nécessaire; si l'on en met un excès, la défécation s'opère parfaitement. Il est donc préférable de mettre un excès de chaux, puisque la défécation dans ce cas s'opère toujours bien; mais il est indispensable d'enlever exactement ce que l'on en a mis de trop. M. Boucher y parvient en se servant d'alun ammoniacal, dont il ne faut pas cependant mettre un excès; le jus doit toujours présenter une faible réaction alcaline : la chaux se change en sulfate, l'alumine se sépare et sert à la clarification de la liqueur, et l'ammoniaque se dégage. Nous verrons même plus loin que l'on peut sans inconvénient mettre un très-grand excès de chaux.

Lorsque la défécation est terminée on ouvre le robinet supérieur et l'on ferme les robinets de vapeur et de retour d'eau, on laisse

reposer quelques minutes pour soutirer ensuite le liquide clair ; on commence par enlever les écumes, que l'on fait égoutter. Quelques chaudières avaient jadis encore au fond un robinet de décharge ordinaire, d'où le suc se rendait directement sur les filtres chargés de noir animal en grains : maintenant ce robinet est disposé de telle manière qu'il est muni de trois ouvertures à hauteurs différentes, ce qui permet de commencer plus tôt l'écoulement de la liqueur claire.

La chaux dans la défécation sert à faire coaguler l'albumine que le jus renferme, et qui ne se coagulerait pas seule, ainsi que Braconnot l'a démontré; de plus, elle sature les acides libres et les sels acides qui s'y trouvent : sans cette dernière action l'on pourrait, ainsi que le dit M. Dumas, remplacer la chaux par le plâtre, les sels calcaires faisant coaguler l'albumine aussi bien que la chaux elle-même : nous verrons plus loin que M. Rousseau a appliqué cette idée.

La filtration du jus déféqué qui marque 5° se fait dans des filtres chargés de noir animal en grains, qui a servi pour les sirops concentrés à 25° du pèse-sirop ; ce noir enlève le faible excès de chaux que le jus contient, et commence à le décolorer.

Ces filtres, qui doivent recevoir une quantité considérable de jus, sont en tôle, cylindriques et d'une grande capacité (*fig.* 625). Les cylindres AB sont munis à leur partie inférieure d'un double fond en tôle, percé de trous comme une écumoire ; pour charger le filtre on pose sur le faux fond une toile de coton claire après l'avoir mouillée et tordue légèrement ; on met dessus une série de couches de noir animal en grains, humecté avec 25 pour 100 de son poids d'eau : ces couches, qui ont 25 centimètres d'épaisseur, doivent être successivement tassées avec soin afin d'éviter les fausses voies ; on les monte ainsi jusqu'à 40 centimètres environ de la partie supérieure du filtre, on unit la surface du noir, et l'on pose dessus une toile humide, que l'on recouvre d'une plaque métallique percée de trous, comme celle qui forme le double fond

(Fig. 625.)

Ces cylindres ont 3 mètres 3 décimètres de haut, sur 1 mètre 3 décimètres de diamètre; à la partie supérieure se trouve une ouverture C ou trou d'homme, de 5 ½ décimètres environ, qui sert à charger le cylindre et que l'on ferme avec un obturateur. Sur l'un des côtés du cylindre, à la partie inférieure, il y a une ouverture BD de 7 décimètres environ de diamètre, qui sert à enlever le noir après les filtrations : on la ferme au moyen d'un obturateur maintenu par un étrier ou par tout autre moyen convenable ; au côté opposé et au-dessous du faux fond est un tuyau E terminé par un robinet F par lequel on fait écouler le sirop filtré ; en arrière de ce robinet se trouve un autre tuyau G H, dont la partie supérieure est mobile dans une boîte à étoupe, de manière à pouvoir le diriger à volonté dans l'un ou l'autre des caniveaux qui conduisent le sirop filtré dans les réservoirs. La partie supérieure du cylindre est surmontée d'un tube vertical J K de 2 ½ décimètres de diamètre, rétréci et ouvert à la partie supérieure. Ce tube porte latéralement quatre tubes horizontaux, qui amènent dans le cylindre les jus déféqués des récipients auxquels ils correspondent, lorsqu'on ouvre les robinets dont ils sont munis; l'air contenu dans le cylindre se dégage par le tube J K.

Le filtre étant chargé, l'on y fait arriver le jus par un robinet à flotteur, qui détermine un courant constant assez fort pour qu'au-dessus de la plaque métallique qui recouvre le noir il y ait toujours une couche de jus de 7 à 8 centimètres de haut, afin de rendre la filtration régulière et d'empêcher les fausses voies, qui diminueraient l'action décolorante et purifiante du filtre.

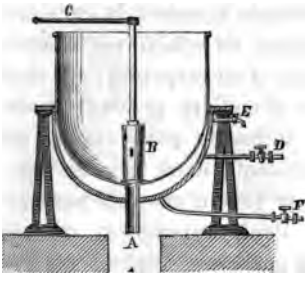
Les premières portions de liquide qui sortent du filtre sont l'eau qui a servi à humecter le noir et qui est déplacée par le jus : on les fait écouler au dehors, et dès que le jus arrive on le dirige dans un réservoir ou directement dans les chaudières évaporatrices.

L'évaporation des jus sucrés produit toujours une altération, qui est d'autant plus grande qu'on les chauffe plus fortement et plus longtemps ; il est évident qu'en chauffant à feu nu l'évaporation est plus rapide, mais elle offre de si grandes difficultés pour éviter les altérations que ce mode est entièrement abandonné. Ce n'est plus qu'au moyen de la vapeur que l'on opère, mais il faut qu'elle soit à la pression d'environ 5 atmosphères afin de donner une température assez élevée pour que l'évaporation se fasse avec une rapidité convenable.

On a imaginé un grand nombre de chaudières évaporatrices de différents systèmes, et probablement on en essayera encore d'autres :

nous ne donnerons que celles qui paraissent présenter le plus d'avantage par l'économie du combustible, une des choses les plus importantes aux colonies, et par la moindre altération du sucre.

Les chaudières à déféquer ont un double fond, dans lequel on fait arriver la vapeur destinée à élever la température du jus; les deux fonds (*fig.* 626) sont percés au centre d'une ouverture dans laquelle passe un tuyau A, à la partie supérieure duquel est disposé un robinet B portant trois ouvertures, à des niveaux différents, par lesquelles on fait écouler successivement le liquide au fur et à mesure qu'il s'éclaircit : ce robinet est tourné à volonté au moyen du levier C. On fait arriver la vapeur par le tuyau D; pendant ce temps le robinet du tuyau E est ouvert : on ne le ferme que quand l'air est entièrement chassé; alors on ouvre le robinet du tuyau F, qui sert de retour d'eau.



(Fig. 626.)

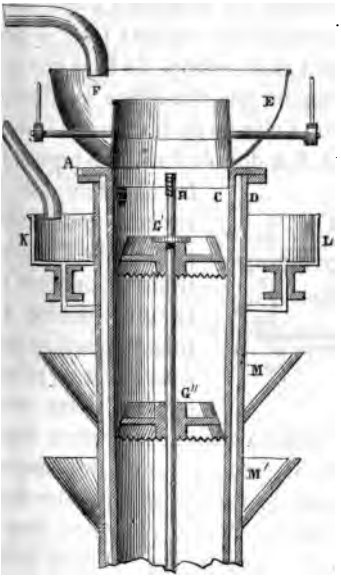
Le jus déféqué et filtré est ensuite concentré dans des chaudières de différentes formes, mais à l'air libre : on peut pousser vivement l'évaporation jusqu'à ce que le sirop marque 25° à l'aréomètre; on le filtre de nouveau sur du noir, neuf cette fois, puis on le cuit dans d'autres chaudières, dont les unes opèrent à la pression ordinaire, ce qui demande une température plus élevée pour déterminer l'ébullition. La chaudière la plus convenable est celle de M. Pecqueur; elle est à bascule et son fond est garni d'un système de tubes parallèlles et concentriques qui ressemblent à une grille et font l'office de serpentin dans lequel on fait circuler de la vapeur à 4 ou à 5 atmosphères, ce qui donne une température de 153°. Lorsque le sirop est convenablement concentré, on soulève avec un levier la chaudière à l'une de ses extrémités; à la partie opposée on ouvre un robinet pour faire écouler le sirop. Cette chaudière peut servir également à la première concentration du jus déféqué; la manœuvre est très-facile et l'évaporation extrêmement rapide.

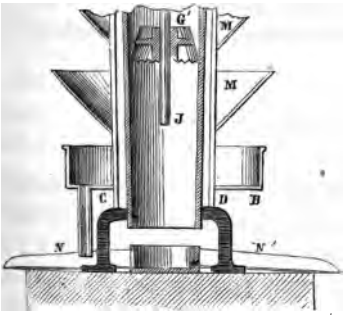
Nous avons dit que l'altération du sucre pendant la cuisson était d'autant plus grande que la température était plus élevée : c'est pourquoi l'on a construit des appareils pour cuire dans le vide; ces appareils ont été progressivement perfectionnés, et MM. Derosne

et Cail en ont enfin construit un, que l'on nomme à triple effet, qui est le plus employé en France et dont on trouvera la figure à l'article du raffinage. Il est composé : 1° d'un générateur destiné à fournir la vapeur à des serpentins qui sont dans l'intérieur de deux chaudières, toutes deux parfaitement closes. La première, que nous ne faisons que citer, est un cylindre dont le fond est muni d'un serpentin dans lequel passe la vapeur, avec retour d'eau : dans cette chaudière on ne fait pas le vide, la vapeur passe dans le serpentin d'une seconde chaudière destinée à opérer la cuite dans le vide : celle-ci est composée de portions de sphère parfaitement jointes ; l'hémisphère inférieur est muni d'un serpentin, qui reçoit la vapeur produite dans la première chaudière pendant la concentration ; cette vapeur n'étant pas suffisante pour élever à une température assez forte le sirop contenu dans la chaudière, on y fait parvenir aussi une partie de la vapeur envoyée par le générateur. L'hémisphère supérieur a deux ouvertures, qui sont fermées par des disques en verre assez épais pour résister à la pression et maintenus par de fortes armatures : l'un d'eux envoie la lumière dans l'intérieur par un réflecteur; l'autre, qui lui est opposé, permet d'apercevoir le sirop en ébullition et de voir s'il produit une mousse qui monte : à la partie supérieure de cet hémisphère se trouve un entonnoir muni d'un robinet et dans lequel on place du beurre ; lorsque le liquide monte en moussant, on entr'ouvre le robinet, par lequel une petite quantité de beurre coule dans la chaudière et fait tomber immédiatement la mousse. La vapeur produite pendant la cuisson du sirop dans cette seconde chaudière se rend, par un tube qui part de la partie supérieure, dans un double serpentin vertical sur lequel on fait couler le jus déféqué, dont la température s'élève en condensant cette vapeur, ce qui maintient le vide, produit en outre par une injection d'eau froide dans un cylindre clos, auquel on ajoute maintenant une pompe à air qui le rend plus complet. Le jus déféqué arrive par un tube en courant constant, dont on règle à volonté la vitesse, dans un réservoir percé de petits trous munis de mèches qui le répartissent uniformément sur le serpentin ; il tombe dans une cuvette d'où on le retire au moyen de deux robinets selon qu'il est assez concentré pour l'introduire dans la chaudière de cuite, ou qu'il a besoin de passer une seconde fois sur le serpentin : ce dernier cas ne se présente que si l'on a fait couler le jus trop rapidement, ce qu'il est bon d'éviter. Quand la preuve montre que le

op est assez cuit, on ouvre un autre robinet, qui se trouve aussous de la seconde chaudière : le sirop s'écoule par un caniveau ns les réchauffoirs.

Cet appareil, d'une grande perfection, a l'inconvénient d'être fort ûteux. M. Claës de Kock a disposé, il y a déjà environ quinze ans, sa fabrique de Lembeck, près de Bruxelles, un système très-sime, qui fonctionne il est vrai à l'air libre, mais qui n'a pas cessé de nner d'excellents résultats (*fig.* 627). Il consiste en un tronc de cône creux A B, formé d'une double enveloppe C D, dont la base la plus large est en haut. La hauteur du cône est de 5 mètres : un courant de vapeur à 5 atmosphères passe entre les deux enveloppes, dont les surfaces intérieure et extérieure reçoivent le jus déféqué contenu dans un réservoir, d'où il s'écoule avec une vitesse que l'on règle à volonté, et qui est rendue constante au moyen d'un robinet à flotteur, qui maintient toujours le liquide au même niveau : le liquide tombe dans un entonnoir annulaire E F, percé de six ou huit ouvertures, qui le distribuent uniformément dans l'intérieur du cône, où il rencontre un système de neuf troncs de cône dentés G, G', etc., qui le répartissent sans cesse régulièrement sur la surface intérieure : ces troncs de cône sont tous fixés à un axe H J que l'on enlève à volonté, de manière à ce que l'on puisse les nettoyer sans difficulté ainsi que l'intérieur du cône.





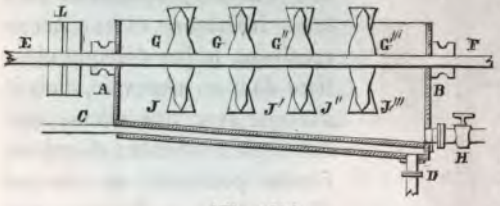
(Fig. 627.)

La surface extérieure reçoit

également le liquide du réservoir par un entonnoir annulaire K L, muni de seize trous qui le distribuent à la surface ; il rencontre en descendant les entonnoirs M, dont le bord inférieur denté le répartit sans cesse uniformément.

Au-dessous du cône se trouvent des caniveaux séparés N, N′ qui reçoivent le sirop, dont on peut vérifier le degré ; cette vérification sert à régler l'écoulement du jus : s'il est à un degré trop faible on ralentit l'écoulement, dans le cas contraire on l'augmente.

Dans nos colonies un grand nombre de planteurs n'ont pas à leur disposition une assez grande quantité de capitaux pour se procurer les appareils perfectionnés dont nous venons de faire une description sommaire. M. Wetzel a imaginé une chaudière à agitateur qui a été perfectionnée par M. Bour. Celle de ce dernier est la moitié d'un tronc de cône (*fig.* 628) A B à double fond, qui permet de la chauffer par la vapeur qui arrive par le tube C ; à l'extrémité opposée et la plus déclive un tube D, placé en dessous, sert de retour d'eau. Un axe creux E F qui passe dans des boîtes à étoupe à chaque bout de la chaudière porte les quatre agitateurs G, G, etc., qui sont des disques creux lenticulaires ondulés, recevant la vapeur qui pénètre dans l'axe ; ces disques portent quatre godets J, J, etc., par paires diamétralement opposées, qui pendant la rotation puisent le sirop qu'ils répandent à leur surface : l'axe est mis en mouvement par des poulies B. La chaudière est munie à sa partie inférieure d'un large robinet H, par lequel on fait écouler le sirop lorsque la cuite est arrivée au degré convenable.



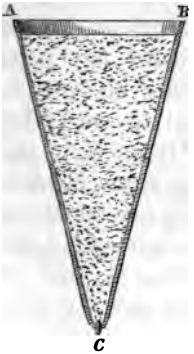
(Fig. 628.)

CRISTALLISATION.

Lorsque la cuite est arrivée au point convenable, généralement au *crochet*, on reçoit le jus dans un rafraîchissoir quand il a été cuit à l'air libre, parce que la température est très-élevée ; quand il a été cuit dans le vide, la température étant peu élevée, il s'épaissirait très-vite et donnerait des cristaux tellement fins qu'on ne pourrait venir à bout de les purger convenablement de la mélasse ; dans

ce cas le bac où l'on reçoit le jus est muni d'un double fond dans lequel on a fait d'avance circuler de la vapeur afin d'élever la température à + 80° : ce bac se nomme réchauffoir. Au bout d'un certain temps on voit commencer la cristallisation ; on râcle alors les bords du cristallisoir, et l'on remue la masse du sirop, dans laquelle on dissémine les cristaux que l'on a détachés.

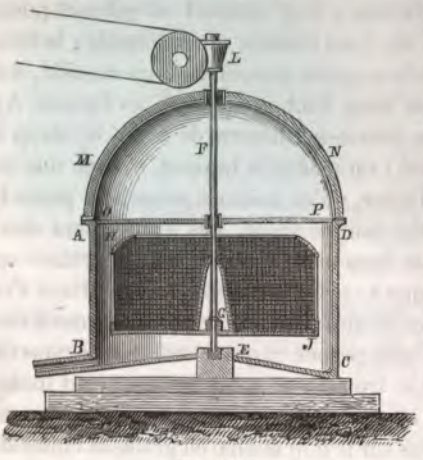
Arrivé à ce point, on procède d'une manière qui dépend des moyens dont on dispose. Si l'on n'a pas l'appareil centrifuge appelé *toupie* dans les ateliers, on laisse la température du sirop s'abaisser à + 50° environ ; alors, au moyen de poches en cuivre rouge on le verse dans des formes en terre, en cuivre étamé, ou en tôle galvanisée. Ces formes sont des cônes creux ABC (*fig.* 629), percés d'un petit trou à leur sommet et qui sont posés la base en haut comme un entonnoir ; le trou est bouché avec un tampon de linge mouillé, qui retient le sirop dont on a rempli les formes. Au bout de trente-six heures de repos le sirop a cristallisé : on enlève le tampon, et avec une aiguille d'acier, qu'on nomme *prime*, on perce la pointe du pain de sucre. Les formes sont alors disposées dans une salle dont la température est maintenue à + 30° environ, et l'égouttage s'opère : les formes sont placées dans les trous d'une longue table percée en quinconce ; au dessous de la table se trouve une gouttière, recevant toutes les mélasses égouttées, qui coulent dans un réservoir ; ces mélasses sont étendues d'eau et filtrées sur le noir animal en grains et cuites de nouveau, ce qui donne le sucre que l'on nomme de *second jet*, dont les mélasses, traitées de même, donnent le sucre de *troisième jet*.



(Fig. 629.)

Lorsque le sirop est égoutté, l'on procède au clairçage, si le sucre ne doit pas être expédié brut : cette opération consiste à verser sur le sucre contenu dans la forme du sirop saturé de sucre cristallisable, lequel, en traversant le sucre contenu dans la forme, n'entraîne que le sucre incristallisable interposé entre les cristaux. Lorsqu'on fait plusieurs clairces, la première est faite avec du sirop de sucre un peu blond, la seconde avec du sirop de sucre assez pur, et enfin lorsqu'on veut obtenir du sucre très-blanc, l'on fait avec du sirop de sucre très-blanc une troisième clairce. Ces égouttages et ces clairçages durent de vingt à quarante-cinq jours, selon que le sucre contenu dans les formes est de deuxième, de troisième ou de quatrième jet.

M. Syrig a eu l'idée d'appliquer à l'égouttage et au clairçage des sucres l'appareil à force centrifuge dont on se servait déjà depuis longtemps dans les blanchisseries et les teintureries pour essorer les toiles ou les étoffes teintes, en y apportant les modifications nécessitées par la finesse des cristaux de sucre et afin de recueillir les sirops égouttés. Cet appareil, appelé *toupie*, comme nous l'avons dit plus haut, opère l'égouttage et chaque clairçage en quelques minutes; les sirops les plus mauvais, qui auraient demandé des mois entiers pour l'égouttage spontané, si imparfait encore qu'il eût fallu soumettre le sucre à une pression considérable pour achever de le purger, nous les avons vus s'égoutter en dix-sept minutes à l'usine de la Villette, qui était dirigée par M. Guillon. Cet appareil est composé (*fig.* 630) d'une enveloppe cylindrique en fonte A B C D dont le fond porte à son centre un pivot E, sur lequel tourne l'arbre vertical F G, qui sert à imprimer un mouvement de 1200 tours par minute au cylindre tournant H J, qui est en bronze; le fond est plein, les parois verticales sont en toile métallique; au centre se trouve un cône creux donnant un point d'appui à l'axe rotateur, mis en mouvement soit par une vis sans fin, soit par un cône tronqué L qui reçoit le mouvement d'une roue dentée si c'est une vis, ou si c'est un cône tronqué d'un disque conique mis en mouvement par une courroie qui passe sur des poulies dont l'une est folle et permet d'arrêter le mouvement à volonté. L'axe est solidement maintenu par l'étrier M N et la traverse O P.



(Fig. 630.)

Lorsqu'on veut opérer, on jette dans le vase H J le sucre à égoutter, on le met en mouvement; la force centrifuge projette régulièrement le sucre le long des parois, formées d'une toile métallique, à travers laquelle passe la mélasse, qui, après avoir été lancée sur les parois de la caisse en fonte, et être retombée au fond, qui est en gouttière, s'écoule continuellement par le conduit C, d'où elle

tombe dans un caniveau mobile, qui l'amène dans un réservoir.

Lorsque la mélasse est entièrement chassée, on peut immédiatement procéder à un ou à plusieurs clairçages, en jetant successivement des clairces de plus en plus pures dans le vase H J pendant qu'il tourne. Au moyen de cet appareil, l'égouttage de la mélasse et trois clairçages peuvent être terminés en moins d'un quart d'heure, tandis que par l'ancien procédé, ainsi que nous l'avons dit, cela aurait demandé au moins quinze jours pour les plus beaux sirops et cinquante pour les sirops les plus visqueux.

Nous avons vu que l'on était forcé de conserver les betteraves dans des silos comme les pommes de terre, pour les préserver de la gelée, qui altère considérablement la nature du jus, et qu'en les desséchant parfaitement on les en garantissait ainsi que de l'altération spontanée et progressive qui se produit avec le temps. Le travail, qui autrement ne peut guère se prolonger au delà de la moitié du mois de mars, peut alors se retarder presque indéfiniment, ou au moins être fait entre une saison et la suivante.

Les betteraves sont d'abord parfaitement lavées, puis par un coupe-racine particulier elles sont débitées en rubans de 10 centimètres de long environ sur 1 de large et de l'épaisseur de 1 millimètre ou bien en petits parallélipipèdes que l'on dessèche dans des séchoirs disposés comme les tourailles où l'on dessèche l'orge germée dans les brasseries. Ainsi desséchés, ces parallélipipèdes prennent le nom de *cossettes*; ils contiennent 4 pour 100 d'eau au maximum, et peuvent se conserver sans altération sensible si on les dépose dans un magasin sec.

Pour en extraire le sucre, on mêle les cossettes avec une petite quantité de chaux éteinte en poudre; il n'en faut que les $\frac{5}{1000}$ de leur poids; on les introduit alors dans des cylindres de tôle contenus dans des cylindres de bois qui conservent la chaleur. Les cossettes reposent sur un faux fond percé de trous; le fond inférieur est muni d'un tube avec un large robinet communiquant avec la partie supérieure d'un second cylindre, et ainsi de suite jusqu'au quatorzième et dernier cylindre, tous ont leur fond supérieur percé d'un trou d'homme ovale qui sert au chargement et doit être hermétiquement fermé par un obturateur.

Lorsque tous les cylindres sont chargés, on fait le vide au moyen d'un tube partant du fond supérieur du premier cylindre, et par un autre tube, placé à côté de celui-ci l'on fait arriver de l'eau dont la température est voisine de l'ébullition, et qui vient d'un réservoir

fixé à une hauteur telle que la colonne d'eau ait cinq mètres. Lorsque la macération a duré quelques minutes, on ouvre le robinet inférieur du premier cylindre, et le liquide passe dans le second au moyen de la pression qu'exerce la colonne d'eau. On laisse macérer pendant le même temps le liquide passé dans le second cylindre; on ouvre son robinet inférieur; on ouvre de nouveau celui du premier; de telle sorte qu'en sortant du quatorzième et dernier cylindre le liquide est devenu un sirop qui marque 22° à l'aréomètre de Baumé. Pendant ce temps les cossettes du premier cylindre ayant reçu à chaque manœuvre une nouvelle quantité d'eau sont complétement épuisées : on les enlève alors pour les remplacer par des cossettes nouvelles; de manière que le premier cylindre devient le quatorzième et ainsi de suite : la défécation s'opère au sortir du quatorzième cylindre, comme à l'ordinaire; on filtre sur le noir et l'on achève de même que dans le procédé d'extraction directe du jus des betteraves.

Lorsqu'on se contente d'extraire le jus des betteraves par la presse hydraulique, on ne peut pas en retirer plus de 80 pour 100 du poids des betteraves, tandis qu'elles en contiennent en moyenne 95; pour retirer les 15 pour 100 qu'elles retiennent, on a imaginé plusieurs procédés. Quelques fabricants ont exposé les sacs à la vapeur sous une pression qui déchire les cellules qui n'ont pas été atteintes par la râpe. La pulpe absorbe en même temps une certaine quantité d'eau; on soumet alors de nouveau les sacs à l'action de la presse, qui en fait sortir encore une certaine quantité de jus : en répétant cette opération on arrive à obtenir sensiblement tout le jus sucré que renferment les racines.

M. Tilloy, de Lille, se sert d'un moyen moins embarrassant que l'emploi de la vapeur; il plonge un instant les sacs retirés de la presse dans de l'eau contenant $\frac{1}{1000}$ d'acide tannique, et recommence à presser : trois immersions et pressions semblables et successives lui donnent en définitive 95 de jus sucré.

M. Claës, de Lembeck, dont nous avons décrit le cône évaporateur, combine ensemble les systèmes de pression et de lévigation. L'appareil laveur est composé d'une série de filtres, qui sont des caisses dont le fond est en toile métallique ; il y en a dix rangées horizontales, composées chacune de dix filtres superposés verticalement; ces filtres tiennent à des chaînes sans fin en chapelet lorsque les filtres supérieurs sont épuisés, on fait mouvoir les chaînes par lesquelles le système fait remonter d'un rang tous les filtres

qui sont au-dessous; tandis que les premiers redescendent, on charge de nouvelle pulpe les nouveaux filtres inférieurs, et l'opération continue : les filtres épuisés font contrepoids.

D'un autre côté, une portion de pulpe est soumise aux presses, puis elle est mêlée avec celle qui a été épuisée par le lavage et qui leur donne de l'eau; cette eau pénètre par endosmose dans les cellules pressées et par exosmose donne sous la presse la presque totalité du jus.

Cette nouvelle pulpe, quoique moins nutritive que celle qui a seulement été pressée, peut être donnée avec avantage aux bestiaux, tandis que celle qui a été traitée par lévigation est trop aqueuse et trop pauvre en principes nutritifs pour servir à cet usage.

PROCÉDÉS ROUSSEAU.

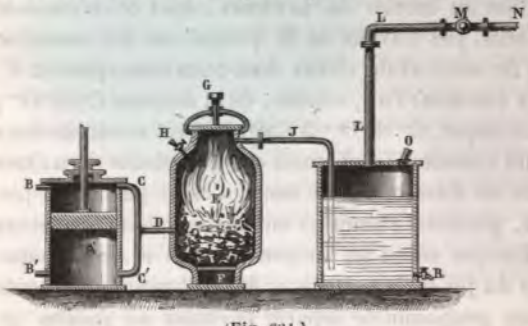
On a vu précédemment que dans preque toutes les sucreries l'on opérait la défécation au moyen de la chaux, dont on n'emploie qu'une petite quantité. Les travaux de M. Péligot ont fait connaître des combinaisons de sucre et de chaux dont nous avons parlé t. V, p. 122 ; il y a deux sucrates : l'un, soluble, de la formule $C^{12}H^{11}O^{11}$, CaO ; un autre, tribasique, $C^{12}H^{11}O^{11}$,3 CaO, qui est insoluble dans l'eau pure, à chaud comme à froid, mais qui est soluble dans l'eau contenant du sucre en dissolution. Le sucre n'étant pas altéré par cette combinaison, plusieurs chimistes ont pensé que la formation de ce sucrate tribasique serait un moyen prompt et économique d'extraire le sucre du jus de la betterave. M. Kulhmann avait tenté cette opération, en proposant de séparer la chaux au moyen de l'acide carbonique.

Ces premiers essais n'avaient pas eu de suite : M. Rousseau, reprenant la question, est parvenu à rendre ce procédé industriel, en s'associant à M. Cail, l'habile mécanicien, et à M. Lequime, fabricant de sucre, habile aussi.

La première opération est la même que dans le procédé ordinaire, c'est-à-dire qu'on extrait le jus des betteraves par pression ou lévigation, qu'ensuite on le défèque, mais au moyen d'une quantité de chaux beaucoup plus considérable; il faut en moyenne 25 kilog. de chaux pour 1,000 litres de jus. La chaux est éteinte, puis délayée avec six fois son poids d'eau ; on l'ajoute au jus, que l'on chauffe à + 60°, puis on élève graduellement sa température jusqu'à + 95° au maximum, afin de ne pas mettre le liquide en

ébullition. On laisse reposer, puis on décante le liquide dans un filtre composé d'une caisse à double fond percé de trous, sur lequel on tend une toile pelucheuse, que l'on recouvre de 25 centimètres de noir en grains, à travers lequel passe le jus, qui n'est que faiblement coloré d'une nuance ambrée.

Le jus filtré est placé dans une nouvelle chaudière à déféquer à double fond, comme nous l'avons décrite p. 135, et que l'on chauffe par la vapeur, à la température de l'ébullition, pendant que l'on fait arriver dans la chaudière un courant d'acide carbonique produit par la combustion du charbon dans un fourneau parfaitement clos et dans lequel une pompe à double effet introduit l'air nécessaire à la combustion; un laveur placé entre le fourneau et la chaudière retient les cendres qui peuvent être entraînées. Comme il est important de ne produire que de l'acide carbonique exempt d'oxyde de carbone, il faut que la couche de coke placée dans le fourneau soit peu épaisse. La *fig.* 631 montre la disposition de l'appareil. A est la pompe à double effet; les tubes B B′, au moyen de soupapes s'ouvrant du dehors au dedans, servent à introduire alternativement l'air au-dessus et au-dessous du piston; deux autres tuyaux, C C′, placés en regard des deux premiers, sont munis de soupapes s'ouvrant du dedans au dehors, et servent à refouler l'air dans le fourneau E par le tuyau D auquel ils correspondent tous deux alternativement.



(Fig. 631.)

Le fourneau E, parfaitement clos, est muni d'une grille F au-dessus du cendrier; on le charge par l'ouverture supérieure, que l'on ferme avec un obturateur par l'étrier à vis G; à la paroi supérieure se trouve un robinet H, que l'on ouvre quand on veut cesser momentanément de faire passer le gaz dans une chaudière pour le conduire dans une autre; pendant ce temps-là on ralentit la soufflerie.

Les gaz de la combustion passent par le tuyau J au fond du laveur K, aux trois quarts rempli d'eau qui lave les gaz : ceux-ci passent par le tuyau LL communiquant avec un autre tuyau trans-

versal M, en travers duquel d'autres tuyaux N munis de robinets communiquent avec les différentes chaudières. Le laveur K est pourvu à la partie inférieure d'un robinet R par lequel on vide l'eau lorsqu'elle est un peu chargée de cendres; l'ajutage O adapté au couvercle du laveur sert à en renouveler l'eau. Les tubes N plongent au fond des chaudières à déféquer, et sont terminés par une pomme d'arrosoir qui divise le gaz et facilite ainsi la précipitation de la chaux, en multipliant les points de contact. Cette séparation de la chaux est complète pendant la concentration des sirops; les chaudières n'ont pas d'incrustations calcaires, comme dans le procédé ordinaire.

L'opération est d'ailleurs d'une exécution très-facile : le jus filtré sur le noir marque de 30 à 31 degrés; il est presque incolore, et l'opération de la cuite se fait dans les appareils ordinaires. On obtient en outre une plus grande proportion de sucre blanc dans les formes, et sa saveur est plus agréable que celle du sucre obtenu par le procédé ordinaire : on le clairce immédiatement.

Les sirops qui s'écoulent avant le clairçage sont plus fluides que par l'autre méthode, et peuvent subir successivement quatre ou cinq cuites, qui donnent du sucre facile à égoutter. Ce procédé, qui rend un jus plus clair, diminue la dépense de noir d'un cinquième environ. Tous ces avantages ont décidé un certain nombre de fabricants à adopter ce mode de fabrication. Il paraît cependant que M. Rousseau y a découvert quelques inconvénients, qui, bien que peu importants, l'ont conduit à entreprendre de nouvelles recherches, par suite desquelles il a été fondé à croire que le sesquioxyde de fer procurerait des résultats encore supérieurs. Ses essais ont parfaitement réussi; voici comment il opère avec ce nouveau procédé :

Le jus est déféqué au moyen du sulfate de chaux naturel ou artificiel, cuit ou cru; cependant le plâtre naturel est préférable : quelques millièmes du poids du jus suffisent pour transformer toutes les matières coagulables en écumes consistantes, qui se rassemblent si complétement que le jus peut être facilement soutiré très-limpide; son action semble donc bien plus efficace que celle de la chaux.

En dehors des matières coagulables, le jus contient une substance habituellement incolore, mais qui se colore rapidement au contact de l'air, par la facilité avec laquelle elle en absorbe l'oxygène, et qui devient presque brune.

M. Rousseau a pensé qu'il faudrait oxyder complétement cette matière après la défécation, au moyen d'une substance jouissant

d'un grand pouvoir oxydant et qui fût en même temps d'une innocuité parfaite, d'un prix très-peu élevé et qui pût se régénérer indéfiniment. Sous tous les rapports, l'hydrate de peroxyde de fer est le plus convenable; il jouit en outre de la propriété d'absorber les sels alcalins et le sulfate de chaux qui reste dans le jus; cet oxyde est ainsi doublement utile dans l'opération.

On introduit cet oxyde de fer hydraté dans le jus soutiré après la défécation; on agite : on peut opérer à froid ou à chaud. Il contient de 70 à 80 pour 100 d'eau, et il n'en faut que 8 ou 10 pour 100 du poids du jus. Le peroxyde de fer est rapidement réduit à l'état d'oxyde salin, qui se dépose; on filtre le jus, qui peut alors se conserver au contact de l'air sans se colorer : le liquide ne retient pas de traces d'oxyde de fer; les sirops cuisent facilement et donnent des cristaux blancs.

Le jus retient cependant des matières pectiques, qui par leurs transformations successives présentent encore quelques inconvénients, que M. Rousseau essaye maintenant de faire disparaître.

MM. Possoz et Périer ont proposé un moyen de purifier les jus sucrés de la canne et de la betterave en employant seulement la chaux et l'acide carbonique en trois dosages fractionnés, tout en n'usant pour ces trois opérations que la quantité de chaux dont on se sert pour la défécation ordinaire, et qu'ils répartissent ainsi :

A. Un quart de la chaux pour la première fois, pour défécation à froid ou à chaud.

B. Moitié de la chaux pour la deuxième fois, puis une carbonatation incomplète, qui produit ainsi une sorte de laque, contenant les matières colorantes, albuminoïdes et extractives; cette laque est insoluble dans un léger excès de chaux. On décante pour séparer le jus clair de la laque; il est alors déjà très-décoloré.

C. Le quart de chaux restant pour la dernière fois, puis carbonatation complète pour épurer.

On obtient ainsi manufacturièrement du sucre brut au moins égal pour la nuance à la *belle quatrième*, sans employer de charbon animal.

Ces auteurs annoncent même qu'ils sont parvenus à raffiner complétement les sucres bruts de canne et de betterave par des additions successives de chaux et d'acide carbonique seulement, sans employer de charbon animal ni de sang. Cette multiplication d'opérations est cependant, à notre avis, un assez grave inconvénient dans ce procédé.

D'un autre côté, M. Maumené a proposé de conserver les jus de betterave en y ajoutant de la chaux ; selon cet industriel on peut les conserver par ce moyen pendant plusieurs mois sans altération. Dans les essais faits au Conservatoire des arts et métiers, sept hectolitres de jus préparé dans de mauvaises conditions ont été conservés pendant plus d'un an sans altération, et ont fourni du sucre bien cristallisé. Les jus ainsi conservés se défèquent à froid, ce qui ne peut être avoir lieu avec les jus non conservés.

Tous ces procédés, imaginés et essayés dans le but louable de rendre plus facile et plus économique l'extraction du sucre, ont besoin d'être pratiqués en grand pendant au moins deux campagnes pour qu'on puisse en constater les avantages réels.

RAFFINAGE DU SUCRE.

Les sucres bruts de canne et de betterave contiennent toujours de la matière colorante, de la mélasse, des matières azotées, des acides libres, des sels, quelquefois un peu d'alcool dans les sucres de canne, des sucrates de potasse et de chaux dans ceux de betterave, et accidentellement des débris organiques provenant des emballages, enfin du sable. Ils sont en général assez colorés. Le raffinage doit leur enlever tous ces corps étrangers, produire un sucre blanc d'un beau grain, sonore et assez ferme pour ne pas se réduire en poudre pendant le transport. Grâce aux perfectionnements apportés à la fabrication, les colonies peuvent produire maintenant de très-beaux sucres bruts, en cristaux isolés qui ont de deux à trois millimètres de longueur ; mais malheureusement cette production est en partie arrêtée par une surtaxe qu'on leur fait supporter en faveur des raffineurs de la métropole. Ces sucres sont très-peu colorés et donnent au raffinage facilement, et presque sans perte, de beaux produits, car ils sont presque purs. Mais tous les sucres coloniaux sont loin d'avoir cette pureté.

Le commerce distingue, d'après leur pureté, les sucres bruts par des dénominations qui les classent parfaitement : première ou claircé, deuxième ordinaire, belle troisième, bonne troisième, fine quatrième, belle quatrième, bonne quatrième, quatrième bonne ordinaire, quatrième ordinaire, basse quatrième, celle qui est la moins belle.

Les sucres bruts des colonies, qui ont à supporter un long transport sous des climats d'une température élevée, sont souvent al-

térés : ils sont plus ou moins poisseux ; les sucres de betterave ne présentent pas cet inconvénient : aussi rendent-ils plus de sucre blanc au raffinage ; et quoique leurs produits inférieurs aient toujours une odeur et une saveur peu agréables, les raffineurs, qui trouvent cependant à les placer, préfèrent opérer sur les sucres bruts indigènes. Les sucres de canne sont presque toujours un peu acides, ceux de betterave un peu alcalins ; les raffineurs trouvent alors de l'avantage à mêler les nuances semblables de ces deux sortes de sucres de manière à ce que l'acide des uns soit neutralisé par l'alcali des autres. Ils y trouvent un autre avantage, c'est que leurs bas produits présentent moins l'odeur et la saveur désagréables du sucre de betterave qu'ils ne les auraient si l'on n'avait pas fait ce mélange.

Dans une raffinerie les barriques et les sacs de sucre brut sont empilés sur un chantier bas, établi dans une pièce dallée, en pente, bien sèche et aérée. La pente du dallage conduit dans un caniveau et de là dans un réservoir le sirop qui s'écoule des barriques et des sacs.

Les barriques et les sacs dont on veut raffiner le sucre sont portés dans une salle dallée située près des chaudières à clarification ; on les vide, et l'on met à part les parties de sucre gras et les masses agglomérées qui doivent être traitées ensemble : cette opération se nomme *dépotage*. On gratte soigneusement les sacs et les barriques, qui contiennent toujours une certaine quantité de sucre qui adhère aux parois, et que l'on a soin de recueillir. Dans cette intention, les barriques A (*fig.* 632) sont posées par le bout défoncé sur un plancher en maçonnerie bombé B et recouvert d'une feuille de cuivre étamé relevée en D autour de l'emplacement, de manière à former une rigole au centre du plancher ; en dedans des barriques pénètre un tube C C, terminé par une pomme d'arrosoir : en ouvrant un robinet on fait arriver un jet de vapeur fourni par le générateur d'où part le tuyau C. Les barriques sont recouvertes d'une cloche E E, en cuivre étamé, que l'on enlève ou remet à volonté au moyen d'une chaîne F, qui court sur deux

(Fig. 632.)

poulies. On ouvre le robinet dès que le tout est disposé; la vapeur lancée dans les barriques s'y condense et dissout le sucre, qui coule en sirop dans la rigole et de là, par un caniveau, dans un réservoir disposé à cet effet; cette opération est assez improprement nommée *dégraissage*.

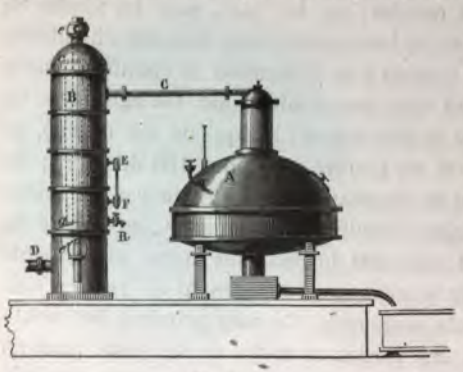
CLARIFICATION.

Le sucre sorti des barriques est passé au crible, qui retient les agglomérations; après avoir réduit ces agglomérations en petits fragments, à l'aide d'un moulin, on les met, pour les fondre ou les dissoudre, dans le tiers de leur poids d'eau dans des chaudières semblables à celles qui servent à la défécation et chauffées par la vapeur que l'on introduit dans leur double fond. On agite avec un râble de bois pour hâter la dissolution; lorsqu'elle est opérée, on y ajoute 5 de noir animal en poudre fine pour 100 de sucre; on brasse avec le râble, afin de répartir également le noir et de mieux décolorer le sirop. Lorsque l'ébullition commence, on ajoute du sang : il en faut de 1 à 2 pour 100 du poids du sucre, et l'on agite encore avec le râble pour le mélanger, en agissant de haut en bas, pendant une demi-minute seulement. Ce sang provient des abattoirs; il est battu avec des verges au sortir de la veine pour en séparer la fibrine et l'empêcher de se mettre ensuite en caillots; on le met alors en barrils pour l'expédier aux raffineries. Par l'ébullition l'albumine se coagule, en formant un réseau qui emprisonne et retient le noir animal et les autres corps étrangers qui peuvent se trouver dans le sucre; lorsque l'ébullition est bien établie, l'ouvrier ouvre le robinet pour faire écouler le mélange de sirop, de noir et d'écume sur des filtres sans noir, au-dessous desquels se trouve un robinet à trois eaux par lequel on dirige les premières parties de sirop, qui sont troubles, dans un réservoir à part pour les rejeter sur les filtres. Lorque le sirop passe clair, on tourne convenablement le robinet qui le conduit dans un autre réservoir pour le faire couler sur les filtres chargés de noir en grains que nous avons décrits. Le sirop doit être assez abondant pour qu'il y en ait toujours une certaine quantité au-dessus du noir; on le laisse écouler lentement par le robinet, qui n'est partie; on examine de temps en temps le sirop qui passe. Dès que la décoloration ne s'opère plus complétement, il faut arrêter la filtration.

Le noir du filtre est alors lavé à l'eau bouillante par filtration qui déplace le sirop dont il était imprégné; on ajoute ce sirop au clairces, c'est-à-dire aux dissolutions filtrées une première fois, tan qu'il marque au moins 25° à l'aréomètre; ce qui passe ensuite es réuni à l'eau destinée à dissoudre le sucre brut.

Dès que le noir est parfaitement lavé, on le retire du filtre pour le remplacer par du noir neuf; ensuite par un procédé que nous décrirons plus loin on revivifie le noir épuisé.

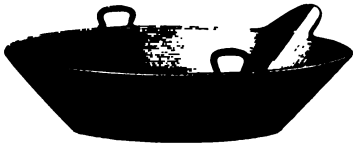
Le sirop clarifié et décoloré est cuit dans des chaudières A (*fig.* 633) chauffées par la vapeur, qui circule dans un serpentin : la vapeur produite par l'évaporation du sirop passe par un tube C dans un appareil de condensation qui est une heureuse modification de l'appareil de Roth : c'est une colonne B dont la capacité est divisée en deux parties inégales par un diaphragme horizontal *a b* et par deux tubes concentriques verticaux *c d*; au-dessus du diaphragme *a b* se trouve un robinet R par lequel on peut faire écouler le liquide amené par le tube C et qui est reçu dans la capacité qui est entre les parois de la colonne et celles des tubes *c d*. On ouvre le robinet R quand le tube indicateur en verre E F montre que le niveau du liquide est un peu élevé dans la colonne. L'injection d'eau froide destinée à condenser la vapeur est faite en sens contraire par deux tubes percés de petits trous *e e'*. La colonne est mise directement en communication avec les pompes qui font le vide par l'ajutage D. On peut ainsi évaporer plus rapidement et à une plus basse température.



(Fig. 633.)

On concentre plus ou moins la cuite selon que l'on veut obtenir des sucres denses ou légers; le degré de cuisson dépend aussi du plus ou du moins de pureté des sucres : les moins purs doivent être plus concentrés. Dès que la cuite est arrivée à son degré, on fait couler dans des réchauffoirs dont la température est portée à + 80° : les cristaux qui habituellement se forment dans la cha

dière se dissolvent d'abord en partie, puis reparaissent par le refroidissement qui s'opère; en agitant de temps en temps on les répartit uniformément et l'on régularise la cristallisation. On ne tarde pas à pouvoir mettre le sirop dans des bassins en cuivre rouge (*fig.* 634) munis de deux poignées en fer et d'un large bec. Pour les emplir on puise le sirop dans les réchauffoirs avec des cuillers hémisphériques, aussi en cuivre, qu'on nomme *pucheux :* ces cuillers ont 25 centimètres de diamètre, et sont montées sur un long manche en bois; les bassines servent à remplir les formes. La cuite doit être presque à l'état pâteux quand on veut avoir du sucre poreux, et plus liquide lorsqu'on veut en avoir de compacte.



(Fig. 634.)

Quand les formes sont emplies on opale et on remue la cuite qu'elles contiennent avec une sorte de spatule en forme de couteau, en bois de hêtre, de 1 mètre 35 centimètres de long, dont la lame a 4 centimètres de large sur 2 centimètres d'épaisseur, et dont un tiers, qui sert de manche, est arrondi : on ne remue que deux fois et faiblement lorsque le sucre doit être serré.

Nous avons déjà décrit les formes, et l'on sait qu'elles sont ou en métal ou en terre : ces dernières ont l'inconvénient d'absorber une certaine quantité de sirop, ce qui fait que les pains s'en détachent moins facilement. Quand on veut locher, on remédie en partie à cet inconvénient de la manière suivante; on délaye en bouillie les esquives de terrage pour en emplir les formes; on les laisse ainsi pendant quelques jours, après quoi elles sont nettoyées et plongées dans des bacs particuliers remplis d'eau claire.

Quand les formes sont retirées du bac le trou pratiqué à la pointe du cône qu'elles forment est bouché avec un tampon de linge humide, que l'on enfonce avec un petit maillet de bois nommé *cacheux;* puis on pose les formes sur l'empli, la pointe en bas et se maintenant mutuellement par leurs bords : quant à la dernière rangée, qui n'aurait pas de soutien, on l'appuie sur un rang de vieilles formes posées sur leur base.

Pour remplir les formes, un ouvrier, afin de répartir également les cristaux, agite avec une spatule la cuite placée dans le réchauffoir; puis deux ouvriers remplissent aux deux tiers seulement le bassin, que deux autres ouvriers enlèvent pour remplir des formes à moitié : pendant ce temps on remplit un autre bassin, pour que

l'opération n'éprouve pas d'interruption jusqu'à ce que toutes les formes soient également chargées par cette première tournée ; on en commence immédiatement une seconde, dans le même ordre, pour remplir les formes jusqu'à 1 centimètre de leur bord supérieur.

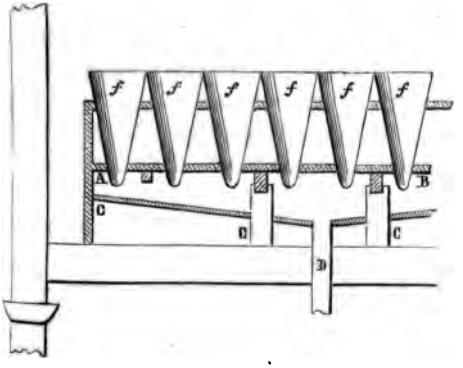
Au bout de quelque temps il se forme une croûte cristalline à la surface du sirop. On procède alors au premier mouvage : c'est cette opération que l'on nomme *opaler*, et qui se fait avec le couteau en bois que nous venons de décrire : elle a pour but de disséminer également dans la forme les petits cristaux qui se sont déposés au fond. Pour y parvenir, l'ouvrier enfonce verticalement le couteau dans le fond de la forme et le relève vivement en lui faisant faire deux ou trois tours, et en ayant soin de passer également partout, afin de détacher de la forme les cristaux qui pourraient y adhérer et qui se coloreraient en jaune ; sans cela, le pain pourrait s'attacher aussi à la forme, et il serait difficile à locher.

Quelques précautions, bien connues des fabricants, sont nécessaires pour la réussite de la formation des pains ; si la température de l'empli était trop élevée le sirop serait plus fluide, et après le mouvage les cristaux se précipiteraient de nouveau au fond des formes, ce qui mettrait dans la nécessité d'opaler de nouveau ; si l'on attendait trop longtemps pour opaler, la croûte supérieure serait trop épaisse, se diviserait en plaques qui se retrouveraient dans le pain, et la cristallisation ne serait pas régulièrement répartie. Lorsque la cristallisation a pris une consistance un peu plus grande, on opale de nouveau comme la première fois.

Il est donc nécessaire de maintenir la température de l'empli à un degré convenable : la meilleure température initiale est + 35° cent., et se trouve maintenue par la chaleur que dégage la cristallisation, pourvu que l'empli soit bien clos : cette dernière condition est indispensable, comme il l'est aussi d'empêcher tout courant d'air, qui venant à frapper toutes les formes d'un même côté y causerait un refroidissement qui déterminerait là une cristallisation plus prompte, plus abondante et par conséquent confuse, ce qu'il est très-important d'éviter. On laisse les formes pendant huit ou dix heures dans l'empli, on les monte ensuite dans les greniers, par un appareil que l'on nomme *monte-pains*, consistant en une chaîne sans fin garnie de supports en forme de cercle ; cette chaîne passe par des ouvertures d'un mètre carré pratiquées au milieu de chaque grenier et entourées d'un garde-fou

dit *traccas*, lesquelles permettent de faire communiquer l'empli avec les étages successifs des greniers.

A chaque étage de grenier un ouvrier reçoit les formes apportées par le monte-pains; il enlève le tampon de linge, ou *tape*, qui bouchait le trou de la forme; il le *prime*, c'est-à-dire qu'il perce la pointe du pain avec une alène appelée *manille*, qu'il enfonce par un petit coup de maillet, afin de permettre l'égouttage; l'ouvrier place alors chaque forme *f* dans l'un des trous d'un sorte de table ou de plancher B (*fig.* 635), qu'on nomme lit de pains; ces trous ont un diamètre suffisant pour que les formes y pénètrent d'environ un septième de leur hauteur, et sont à des distances l'un de l'autre telles que les formes se soutiennent mutuellement : il y en a huit par rangée. Au-dessous de cette table se trouve un plancher c c c composé de lames de zinc inclinées en forme d'entonnoir et terminé par un tuyau D, qui conduit dans un réservoir les sirops égouttés. Au bout de douze heures le dessus du pain, que l'on nomme *patte*, est déjà blanc et sec. On laisse ainsi les formes à égoutter six ou sept jours, pendant lesquels la température des greniers est maintenue à + 25° au moins, puis on la laisse tomber à + 20°. Il y aurait un grand inconvénient à chauffer trop fortement les greniers; aussi dans l'été faut-il les abriter de la trop grande chaleur du soleil : l'égouttage donne le *sirop vert*, et le sucre prend le nom de *sucre vert égoutté*.



(Fig. 635.)

TERRAGE.

Lorsqu'on est arrivé à ce point, l'on procède au *terrage*, ce qui s'exécute ainsi : l'ouvrier râcle la croûte supérieure ou patte du pain avec la lame plate d'un riflard, et l'égalise parfaitement; puis il la recouvre d'une couche d'un mélange de sucre terré et de sucre blanc passé au crible, et que l'on nomme *fond;* il tasse le tout

avec une truelle ronde de manière à former une surface plane, ca pendant l'égouttage il s'est fait au centre une dépression en en tonnoir que l'on nomme *fontaine*.

Le terrage se fait avec une bouillie composée d'eau et d'un argile qui ne doit contenir ni pyrites, ni oxyde de fer, ni sels Dans ce but, on lui fait subir une opération qui consiste à la des sécher, puis à la réduire en poudre pour la délayer dans de l'eau, et à la laisser déposer : on décante l'eau claire, que l'on renouvelle plusieurs fois, puis on passe l'argile dans une passoire de cuivre : il serait préférable de l'entraîner par décantation. Cette argile a pour but de retenir l'eau et de ne la laisser filtrer que très-lentement : on la coule sur le pain avec une cuiller sur une épaisseur de 2 à 3 centimètres. Les raffineurs s'étant aperçus que la terre neuve employée seule laissait passer l'eau très-rapidement, ce qui diminue trop les pains, y ajoutent presque toujours $\frac{1}{4}$ d'argile des esquives.

L'eau traversant d'abord le fond, ou le sucre blanc, puis peu à peu le pain, forme un sirop incolore qui déplace le sirop coloré e le fait s'écouler. Quelquefois l'égouttage va trop lentement; i faut alors primer de nouveau le pain. Le terrage s'achève en sep ou huit jours, après quoi on enlève la plaque d'argile, on refait l fond, et l'on procède à un second terrage, souvent même à un tro sième : deux terrages suffisent néanmoins quand le sucre sur lequ on opère est de bonne qualité. Le sirop qui s'écoule pendant ce temps est nommé *sirop couvert*.

Les tourteaux d'argile provenant du terrage, ou les *esquive* ont toujours une odeur fétide et très-désagréable. Quatre jou après avoir mis l'argile délayée, on la détache de la forme en pa sant une lame le long de ses parois : l'argile diminuant de volum en se desséchant peut alors être enlevée facilement quand le te rage est terminé.

Lorsque le second terrage est achevé, on enlève quelques form du lit; on *loche*, c'est-à-dire l'on retourne la forme, on frap quelques petits coups secs sur un billot, on pose une main au-de sous des pains, et l'on enlève la forme : on examine alors si vers pointe des pains il y a encore quelques zones colorées; dans ce c on procède au troisième terrage. Lorsqu'on replace les pains dans l formes il faut avoir grand soin de les remettre exactement dans position où ils étaient avant d'avoir été lochés.

Après le dernier terrage on procède au plamotage, qui consist

coucher chaque forme dans une auge en bois semblable à celle des maçons, mais plus courte; on ratisse alors la patte de ces formes, et on l'égalise, puis on retourne les pains, sur la patte desquels on met une feuille de gros papier; on les laisse dans cette position pendant vingt-quatre heures, afin de faire redescendre dans l'axe du pain le sirop qui s'est accumulé vers la pointe et qui se dissémine également dans la masse. Après ce temps on les remet sur le lit pendant deux jours, et l'on recommence l'opération; quant aux pains qui n'y sont pas soumis, on se contente de les détacher des formes par quelques petits coups sur le billot en les renversant; de cette manière ils s'en détachent facilement. On les place de nouveau sur le lit, et alors le sirop retenu entre les pains et les parois des formes peut s'égoutter; quand l'égouttage a cessé complétement on peut locher sans difficulté, parce qu'il n'y a pas adhérence.

Lorsque les pains sont lochés, on les recouvre souvent de cônes en fort papier, pour les garantir de la poussière; ils restent ainsi exposés à l'air pendant vingt-quatre heures, puis on les porte à l'étuve.

L'étuve est une sorte de cheminée large et rectangulaire, dont les murs sont très-épais afin d'éviter les variations de température; elle a la même hauteur que les greniers, la section ayant 7 ou 8 mètres de long sur 4 ou 5 mètres de large; elle est munie de portes à chaque étage du grenier, et les différents étages de l'étuve sont divisés en étagères à jour, distantes les unes des autres de 65 centimètres pour les sucres raffinés et de 75 pour les gros pains; chaque étage est supporté par des solives scellées dans les murs : une étuve peut contenir de trois à quatre mille pains. Au commencement la dessiccation se fait par un courant d'air, qui dans l'été doit être à la température extérieure, et dans les temps plus froids ne doit pas dépasser 20° : autrement le sirop dont les cristaux sont imprégnés pourrait en dissoudre une partie, et les pains se déformeraient; mais ensuite on augmente graduellement la chaleur au point de porter l'étuve à + 50° à la fin de l'opération, qui dure environ six jours pour les raffinés. Lorsqu'on approche de la fin on retire quelques pains afin de s'assurer du point où la dessiccation est arrivée; mais l'on referme la porte aussitôt que les pains ont été retirés, pour éviter le refroidissement subit de ceux qui sont dans l'étuve, parce qu'ils pourraient se fendre par places à la surface. Si lorsqu'on en casse un morceau vers la patte l'intérieur ne cède pas sous l'ongle,

cela prouve que la dessiccation est achevée; si même les pains sont sonores, ce dernier caractère suffit pour l'indiquer.

CLAIRÇAGE.

Comme on le voit, le terrage demande environ vingt-cinq jours; aussi le remplace-t-on en tout ou en partie par le clairçage, qui est beaucoup plus court. Quelquefois après avoir claircé on fait un seul terrage, ce qui donne un sucre beaucoup plus beau. Le clairçage consiste à remplacer la bouillie d'argile par des sirops successivement et de plus en plus purs, ce que l'on nomme *claircer*. Le premier sirop doit contenir un peu moins de mélasse que le *sirop vert*, qui est le premier égouttage des sucres, le second doit en contenir moitié moins que le premier, le troisième une très-petite quantité, et enfin le dernier doit être de sucre cristallisable seulement.

Tous ces sirops doivent être faits à la température des greniers, c'est-à-dire presque à froid; sur chaque pain on en verse un litre, après avoir préparé la patte du pain comme pour le terrage et l'avoir recouverte d'une rondelle de gros drap préalablement trempée dans l'eau, puis tordue; par ce moyen le sirop passe également à travers toute la surface de la patte et l'on évite les fausses voies. Pour les sucres de belle qualité l'on peut se contenter de trois clairçages; cinq ou six jours après avoir mis la dernière clairce, les pains sont assez égouttés pour que l'on puisse les plamoter, les locher et les mettre à l'étuve. Le clairçage ainsi opéré donne donc plus vite que la longue opération du terrage du sucr ayant la même beauté; mais on rend le clairçage beaucoup plus prompt encore en employant les centrifuges que nous avons décrits.

Pour les sucres bruts le clairçage se fait d'une autre manière. Au lieu de placer le sucre dans des formes, on le met dans de grands filtres rectangulaires pouvant contenir jusqu'à 10,000 kilogr. de sucre brut. Autrefois on obtenait ainsi des mélasses très-brunes, et l'on finissait par avoir des cristaux presque blancs, qui, redissous et filtrés sur le noir animal, donnaient du sucre comparable à celui qui a subi deux raffinages; mais actuellement les centrifuges ont remplacé les filtres, car ils donnent beaucoup plus promptement les mêmes résultats, puisque, comme on l'a vu précédemment, chaque clairçage ne demande que quelques minutes.

L'égouttage demandant cinq ou six jours, on y a appliqué aussi les centrifuges ; l'appareil est alors composé d'un cylindre vertical de $1^m,25$ de diamètre, percé de trois rangées horizontales de douze trous. On y place les formes jusqu'aux trois quarts de leur hauteur, et elles y sont maintenues par une armature. Ce cylindre fait 400 tours seulement par minute. Le premier égouttage dure une heure et demie, et chaque égouttage après le clairçage dure une heure : ainsi on remplace vingt jours d'égouttage spontané par six heures d'égouttage forcé.

SUCRE TAPÉ.

Depuis longtemps à Marseille on obtient du sucre en pains au moyen d'un procédé très-simple et très-rapide. On prend pour cela les lumps et les plus belles bâtardes terrées et encore humides, on les divise avec une râpe à pommes de terre et les passe à travers un gros tamis métallique pour en remplir de petites formes humectées préalablement; on charge chaque forme à plusieurs reprises, en foulant à chaque fois avec un pilon ; avant de mettre une nouvelle quantité de sucre on gratte la surface qui avait été unie par le pilon, sans cela le pain se séparerait en zônes. Quand la forme est pleine on introduit dans sa pointe la prime mouillée pour donner à ces pains l'aspect de ceux qui ont été obtenus par le terrage, puis on loche et l'on porte à l'étuve.

SUCRE MOULÉ.

Ce dernier procédé a été perfectionné par M. Perrault : les formes dont il se sert sont en laiton, tournées et polies intérieurement, et à la pointe elles sont renforcées de trois larges cercles également espacés, fondus en même temps que la forme, dont ils augmentent la solidité. Ces formes ont 4 millimètres d'épaisseur, 40 centimètres de haut, 18 $\frac{1}{2}$ centimètres de diamètre à la base, et pèsent en moyenne 14 kilogrammes.

On remplit chaque forme au comble avec du sucre en grains et humide ; on soulève trois fois les formes pour les laisser retomber sur leur pointe : la pression résultant de ces chocs augmentée par le poids des formes suffit pour produire dans les pains une agglomération très-forte et uniforme; on introduit dans leur pointe la prime humide, on les laisse sécher à l'air pendant trois jours, puis on

les recouvre d'enveloppes de papier pour les porter à l'étuve. Ce sucre est aussi pur et aussi solide que celui qui est claircé dans les formes : si le sucre dont on s'est servi est complétement épuré, on obtient des pains aussi réguliers, aussi blancs que les plus beaux sucres mis en pains par le procédé ordinaire.

Les sirops verts et autres provenant des égouttages servent à obtenir des sucres moins beaux, auxquels dans le commerce on donne les noms de *lumps* et de *bâtardes*, et avec les sirops plus colorés provenant de l'égouttage de ces deux variétés on obtient ce que l'on nomme *vergeoises;* cette dernière sorte de sucre est écrasée après son séchage; sa couleur est d'un blond plus ou moins foncé, et il ressemble à ce que l'on nommait *cassonnade.*

MÉLASSES.

Les mélasses sont les sirops très-foncés qui égouttent spontanément du sucre de plus belle qualité; ce sont elles qui, entrant en plus ou en moins grande quantité dans les sirops égouttés leur donne leur couleur. Les travaux de M. Dubrunfaut semblent démontrer que ce sirop n'est composé que de sucre dont la cristallisation est empêchée par la grande quantité de matières étrangères qu'il retient. Ces travaux l'ont conduit à rechercher et à trouver un moyen industriel d'en retirer ce sucre. Ce moyen est fondé sur la propriété que présente la baryte de former un sucrate à peine soluble, que l'on sépare facilement des substances étrangères qui restent en dissolution et qui, après un lavage destiné à le purifier, est mis en suspension dans l'eau bouillante, dans laquelle on fait passer un courant d'acide carbonique. Le carbonate de baryte insoluble se dépose, le sucre reste en dissolution; et cette dissolution, après avoir été filtrée, est concentrée pour la faire cristalliser.

Cette belle industrie a été tuée en France par l'impôt que l'on a voulu lui faire supporter; aussi les mélasses sont-elles presque toutes expédiées en Russie, où M. Dubrunfaut les exploite par son procédé devenu inutile ici.

SUCRE CANDI.

La fabrication du sucre candi, qui n'était jadis comparativement qu'une petite industrie, a pris une extension assez considérable pour qu'elle s'exécute maintenant sur une grande échelle dans

quelques raffineries. La consommation ménagère de ce produit est beaucoup plus grande en Hollande et en Belgique qu'en France, où cependant la fabrication du vin mousseux en emploie des quantités considérables.

Quoique les sucres de canne et de betterave soient identiques, ils ne sont pas également propres à faire tous les sucres candis, puisqu'il en est qui doivent être plus ou moins colorés et se font avec des sucres peu raffinés; pour ceux-ci le sucre de canne est indispensable, car il jouit d'un arôme particulier très-agréable, tandis que les mêmes sortes en sucre de betterave conservent un goût spécial peu flatteur, très-nuisible aux vins mousseux, qui en sont altérés, tandis que les mêmes candis de sucre de canne ne font que relever leur bouquet.

Mais pour les candis blancs, qui se font avec les sucres raffinés, les deux sucres peuvent également servir, car le goût particulier de celui de betterave est alors entièrement détruit.

Lorsqu'on veut avoir du sucre candi l'on fait un sirop avec du sucre brut quatrième ordinaire, pour obtenir le candi roux; un mélange de parties égales de sucre terré de la Havane et de sucre terré de l'Inde lorsqu'on veut obtenir le sucre candi couleur paille, qui est préféré pour les vins; pour le candi blanc on prend du sucre en pains de canne ou de betterave.

Le sucre destiné à faire du candi doit être traité par le noir animal fin, puis passé dans des filtres Taylor, et de là dans un filtre à noir en gros grains; on cuit ensuite cette clairce parfaitement limpide dans une chaudière à double fond, à l'air libre ou mieux dans une chaudière qui cuit dans le vide; mais on achève toujours dans une chaudière à l'air libre, qui permet de prendre plus facilement la preuve, qu'il vaut toujours mieux vérifier à l'aréomètre : ce degré doit être d'autant plus élevé que le sucre est moins blanc; il peut varier de 40° au minimum à 41° au maximum dans le sirop bouillant.

Une fois arrivée à son point, la cuite est tirée dans des terrines que l'on fait maintenant en cuivre, et dont l'intérieur doit être parfaitement lisse; les parois en sont percées d'une vingtaine de petits trous opposés les uns aux autres et par lesquels on passe des fils de chanvre peu résistants. Ces terrines sont ordinairement hémisphériques, quelquefois élipsoïdales; leur diamètre est de 60 centimètres sur 32 de profondeur, et elles peuvent contenir 50 kilogr. de sirop, qui en donnent 25 de cristaux.

Les terrines sont immédiatement disposées dans une étuve, qui ressemble beaucoup à celle du sucre en pains, et est divisée de même en étages par des planchers à claire-voie, distans les uns des autres de 40 centimètres. Au moyen d'un calorifère, on chauffe, à + 60°, pendant trois jours; on cesse alors de chauffer, et l'on abandonne ainsi pendant neuf autres jours : la température, s'abaissant graduellement, est à la fin d'environ + 40°. On s'en assure d'ailleurs par un thermomètre placé derrière la vitre de l'une des portes.

Plus les terrines sont grandes et moins le sucre est blanc, plus les cristaux sont volumineux. Le sucre très-blanc ne donne quelquefois que des cristaux très-petits : les ouvriers disent alors que le sucre a *frisé*. M. Payen pense que l'on obvierait à cet inconvénient en ajoutant au sirop un millième d'acide tartrique avant de le couler dans les terrines; l'addition d'un acide dans la fabrication des candis produit encore un autre effet : ainsi, c'est avec du sucre blond et en ajoutant au sirop une petite quantité d'acide citrique, ou même de jus de citron filtré, que les confiseurs obtiennent le candi blanc dont ils recouvrent leurs bonbons.

La cristallisation est achevée ou presque achevée, après douze jours de séjour dans l'étuve, et l'on peut retirer les terrines; on crève alors la croûte cristalline supérieure, afin de pouvoir décanter le sirop, qu'on verse dans un entonnoir placé au-dessus d'un réservoir particulier. On lave les cristaux avec un peu d'eau chauffée à + 40°, puis on pose les terrines sous un angle de 45° sur un égoutteur formé par deux traverses horizontales au-dessous desquelles se trouve un caniveau qui conduit cet égouttage dans un réservoir spécial; l'atelier d'égouttage est chauffé à environ + 22°.

Lorsque l'égouttage est achevé on place les terrines dans une étuve chauffée à + 35°, et au bout de vingt-quatre heures on détache les pains de candi en retournant les terrines et en frappant un petit coup avec le bord : on posent les pains sur les traverses à égoutter, et la dessiccation s'achève à l'air libre.

RÉVIVIFICATION DU NOIR ANIMAL.

Dans toutes les manipulations que l'on fait subir au sucre, depuis le traitement des jus jusqu'aux derniers raffinages, on est forcé d'employer des quantités considérables de noir animal, si bien que pour arriver à 1,000 kilogr. de sucre raffiné on a employé 2,5[illegible] kilogr. de noir animal.

Si cet agent ne pouvait servir qu'une fois, ce serait une dépense beaucoup trop forte, car le noir en grains coûte 18 fr. les 100 kilogr. ; le noir fin ne coûte que 7 fr., mais on n'en emploie qu'une très-faible proportion, car on ne trouverait pas assez d'os pour y suffire. On se sert donc de noir neuf dans une certaine proportion, et pour le reste on emploie du noir qui a déjà servi, mais auquel on fait subir une opération qui détruit les matières étrangères qu'il a retenues pendant la filtration des sirops ; dans cet état, on le dit *noir révivifié*.

Après avoir servi à la décoloration d'une certaine quantité de sirop, le noir perd donc ses propriétés décolorantes ; mais, comme nous venons de le dire, on peut les lui rendre par différentes opérations. On le soumet d'abord à un lavage méthodique et un peu rapide, par lequel on dissout les matières étrangères solubles et l'on entraîne celles qui sont seulement adhérentes au charbon par les matières que l'eau dissout. On le calcine ensuite, afin de détruire les matières organiques attachées à sa surface.

Pour opérer cette calcination on a proposé successivement plusieurs appareils ; nous n'indiquerons que ceux qui paraissent les plus avantageux. Dans cette première révivification on perd environ 4 pour 100 de noir ; on peut donc lui en faire subir successivement un certain nombre pour augmenter sa puissance décolorante, qui cependant n'est jamais aussi énergique que celle du noir neuf.

Les seuls appareils dont on se sert maintenant sont à calcination continue, ce qui diminue la main-d'œuvre et économise le combustible. Dans les divers systèmes ce sont des tuyaux en fonte enduite de terre, ou en briques, inclinés dans la partie qui reçoit la flamme des foyers et se redressant verticalement à la partie supérieure ; à la partie inférieure, les tuyaux sont munis aussi de coudes, et d'un ajutage qui conduit le noir calciné dans un étouffoir quand on ouvre le registre qui se trouve à la partie inférieure de la portion des tuyaux qui est chauffée ; cette partie des tuyaux a environ deux mètres de longueur. Au bout d'une demi-heure on ouvre le registre, qui fait écouler dans les étouffoirs le charbon compris dans cette portion des tuyaux chauffés au rouge ; ce temps suffit pour la régénération.

Comme la partie supérieure des tuyaux débouche sur une plate-forme constamment chargée de noir à révivifier, il y pénètre une nouvelle quantité de noir qui comble le vide produit par l'écoulement de celui que l'on a fait tomber dans les étouffoirs : ainsi

l'opération est continue et cependant intermittente, puisque chaqu chargement reste exposé pendant une demie-heure à une tempéra ture rouge suffisante pour le résultat que l'on veut obtenir.

Une des causes pour lesquelles le noir révivifié a moins d'actio décolorante que le noir neuf consiste dans une couche mince d noir brillant et lisse provenant de la décomposition des matière laissées par le sirop. M. Kulhman enlève cette sorte de vernis en fai sant passer le noir entre deux meules horizontales assez écartée pour que les grains ne soient pas écrasés; au moyen d'un bluttag on sépare facilement la poussière produite par ce vernis, et on l'u tilise en la faisant entrer dans la composition d'un engrais que l'o nomme *noir animalisé.*

MM. Thomas et Laurent révivifient le noir au moyen de la va peur surchauffée. Le noir est placé dans un appareil ellipsoïde. Le premières portions de vapeur qui arrivent se condensent sur le noir elles le lavent et entraînent les poussières qui se trouvaient à s surface. Dès que la température est arrivée à + 100°, elle ne s condense plus, et peut être utilisée comme nous l'indiquerons e parlant de la fabrication du noir d'os. La révivification est achevé quand la température du noir est arrivée à + 280°, ce dont il es facile de s'assurer en appuyant une allumette simplement soufré sur l'appareil, car cette température suffit pour l'enflammer.

M. Leplay a proposé un moyen nouveau et tout à fait différen de révivifier le noir; il consiste dans un système de lavages succes sifs avec des liquides de natures différentes; l'un d'eux est une faibl dissolution de biphosphate de chaux que ce chimiste emploie pou saturer la chaux que le noir a absorbée pendant la défécation : il s forme ainsi du phosphate neutre. Nous ne savons pas si l'essai d ce procédé a été fait industriellement, mais jusqu'à nouvel ensei gnement il nous semble que la révivification par la chaleur au moye des appareils connus offre plus d'avantages.

BOISSONS ALCOOLIQUES NATURELLES.

VINS.

Nous ne comprenons sous la dénomination de vins que les li quides produits par la fermentation du moût de raisin. Le vin e connu de toute antiquité, mais du temps des Romains on y ajouta

habituellement des substances aromatiques qui changeaient nécessairement sa nature et son goût.

Le vin est la boisson la plus généralement usitée en France, et l'industrie viticole est certainement une des plus importantes de notre agriculture. Le goût, le bouquet, la richesse alcoolique des vins, ainsi que la quantité de matières salines qu'ils contiennent, varient 1° selon la nature du terrain, 2° selon l'exposition, 3° selon la température moyenne des localités, 4° selon l'âge et l'espèce de la vigne, 5° enfin selon la nature des engrais dont on se sert et dont quelques-uns, comme la poudrette, communiquent au vin un goût de matière fécale; aussi le choix des engrais est-il très-important. Dans une localité des environs de Tonnerre où l'usage de la poudrette est général tous les vins ont ce goût détestable.

Presque tous les terrains sont également propres à la culture de la vigne; il ne faut en excepter que ceux qui sont purement argileux ou sableux. En général si un terrain a de 30 à 35 centimètres de terre végétale, meuble, douce, légère, caillouteuse, et dès lors facilement perméable, il est propre à la culture de la vigne. La perméabilité du sol est une condition essentielle; c'est pourquoi dans le cas où le sol est trop argileux, il faut y laisser les pierres qu'il peut contenir, et mieux encore il faut lui donner la perméabilité qui lui manque et mettre à sa surface de la marne ou bien de la chaux délitée avec les débris de mauvaises plantes et de grattage des fossés. La présence de la potasse dans le sol est une nécessité absolue pour la vigne; des expériences de M. Persoz ont démontré l'efficacité de l'addition d'un silicate de potasse, lentement décomposable, dans les terrains pauvres en cet alcali; en réfléchissant à la quantité considérable de tartrate de potasse que contient le jus du raisin, on concevra facilement l'effet que cette addition peut produire sur la récolte.

Quelques savants ont nié l'influence du sous-sol sur le produit de la vigne et sur la qualité des vins qu'elle donne; mais les racines de cette plante pénètrent trop profondément dans la terre pour que le sous-sol n'ait pas une influence certaine sur la qualité du produit. Et d'ailleurs une longue expérience a convaincu beaucoup de cultivateurs de l'heureuse influence d'un sous-sol formé par une argile ferrugineuse qui contienne une assez grande quantité de cailloux pour la rendre perméable à l'eau; c'est ce qui se présente dans les terrains des environs de Reims, où l'argile ferrugineuse est mêlée avec de la pierre meulière de même que dans les plaines du Médoc, où la même argile est mêlée de cailloux roulés,

comme dans la Touraine. On a cru remarquer cependant que c mélange était plus favorable aux vins blancs qu'aux vins rouges.

La situation, l'exposition et l'orientation du terrain sont aussi considérer dans la culture de la vigne ; autant que possible, il ne fau pas que les vignes soient dans un terrain bas et horizontal ; quoiqu cependant quelques-unes qui se trouvent dans cette position don nent des produits abondants et soient souvent moins sujettes au gelées : ainsi dans la plaine de Boulogne près Paris, il y a dans voisinage de la Seine des vignes qui ne gèlent que très-raremen grâce aux brouillards que la rivière répand au-dessus d'elles l'époque des gelées tardives, brouillards qui en empêchent le effets fâcheux. Mais hors quelques cas exceptionnels il vaut mieu que le terrain soit un peu élevé ou au moins légèrement inclin

L'orientation du terrain a certainement une influence ass grande, et l'inclinaison au midi vaut mieux que toute autre ; cepe dant un grand nombre de vignobles renommés sont inclinés nord ; mais dans ce cas il ne faut pas que l'inclinaison dépas 20 degrés, autrement le soleil n'aurait pas sur la vigne une actio assez longue et assez intense : quelques coteaux d'Épernay ont cet exposition, et donnent des vins supérieurs à d'autres dont le te rain est incliné au midi ; il en est de même de quelques cotea qui fournissent les meilleurs vins du Rhin : nous pourrions en cit beaucoup d'autres ; et cependant l'orientation au midi est cert nement préférable, quoique, comme on vient de le voir, elle ne s pas d'une nécessité absolue. Nous pouvons même ajouter à que nous avons dit au sujet des terrains en plaine, que si en géné le vin provenant des coteaux est préférable, néanmoins près Bordeaux les vignobles du Médoc et de Graves, si renommés, s en plaine, de même que ceux de Saint-Nicolas de Bourgueil ; m dans cette situation la vigne demande un autre mode de culture.

La vigne ne peut être cultivée avantageusement sous toutes latitudes : si la température moyenne est inférieure à 9 ou 10 d grés, la vigne ne pourra réussir que dans des années exceptio nelles ; dans les pays trop chauds, comme sous les tropiques, elle réussira pas davantage.

Le choix des cépages est d'une grande importance ; du temp des ducs de Bourgogne, il était défendu d'introduire dans les vi gnobles des espèces qui, comme le *gamet*, sont plus productives, mais donnent des vins de qualité inférieure ; c'est l'introduction de ces espèces aux environs de Paris et une fumure trop abondante

qui ont transformé en cette sorte de vin détestable auquel on a donné le nom de *petit bleu* du vin qui était encore très-estimé du temps de Henri IV.

Nous ne citerons que les cépages les plus recommandables pour a bonne qualité des vins qu'ils produisent : 1° Le *pineau noir*, ou *oirien*, que l'on nomme *morillon* en Bourgogne, *petit plant doré* n Champagne, est reconnu depuis très-longtemps comme donant les meilleurs vins, quoique leur goût soit cependant bien ifférent selon les terroirs, car on le cultive également en Bourgne, à Bordeaux, en Champagne ; et c'est ce même cépage qui ansporté au cap de Bonne-Espérance donne le fameux vin du ap, dont la saveur n'a aucun rapport avec celle des divers vins u'il produit en France. Malheureusement cette variété est peu roductive, ce qui a conduit un grand nombre de propriétaires à remplacer, au moins en grande partie, par d'autres plants, beaup plus productifs, mais qui donnent des vins bien moins fins. Le *pineau gris* ou *griset*, que l'on nomme *malvoisie* aux nvirons de Tours. 3° Le *pineau blanc*, ou *plant doré blanc*, qui onne les vins de Chablis, de Mont-Rachet. 4° Le *plant du roi*, ommé *quille de coq* à Auxerre, *côt* en Touraine ; ce cépage onne un vin riche en couleur, et qui a beaucoup de corps ; il a lusieurs variétés, qui toutes mûrissent facilement et presque nsi vite que les plus hâtives, etc. Nous ne pouvons oublier un lant que l'on nomme *teinturier* ou *gros noir*, qui donne aux ins une couleur si foncée que l'on peut les mêler avec une quanté plus ou moins considérable de vin blanc ; il y a même des ignobles à Blois et à Orléans qui ne contiennent que ce cépage. On btient ainsi des vins à deux, trois, quatre et même neuf couleurs, 'est-à-dire qu'avec une pièce de ces vins et une, deux, et huit ièces de vin blanc on fait deux, trois, quatre, et même neuf ièces de vin rouge. Le plant nommé *fosse blanche* et *eurageat* est cultivé dans une grande partie de la Charente : c'est lui qui exerce une si grande influence sur la qualité des eaux-de-vie de ce pays.

Dans les parties plus méridionales on cultive d'autres variétés, qui n'arriveraient peut-être pas à maturité dans les régions plus au nord ; ce sont le *verdot*, le *malbeck*, le *blanc-semillon*, le *blanc-doux*, les *sauvignons*, le *savignin*, la *blanquette* ou *clairette*, qui donne un vin assez estimé et connu sous le nom de *blanquette de Limoux* ; enfin, le *pique-poule noir*, le *grenache* ou *alicante* ; la

grosse et petite *sirrah*, qui donnent le vin de l'*ermitage rouge*, et la grosse et petite *roussane*, qui produit le même vin, mais blanc.

Les variétés de *muscat* rouge et de *muscat* blanc donnent dans nos départements du midi et en Espagne des vins de liqueur d'une saveur et d'une odeur musquée.

La nature des engrais dont on se sert pour fumer les vignes a une grande influence sur la qualité et la saveur des vins. Nous avons déjà cité le mauvais effet que produit la poudrette; les boues des villes, qui ont aussi une odeur infecte, altèrent de même la qualité des vins. Les engrais qui conviennent le mieux sont ceux dont la décomposition est lente, comme le noir animal, les râpures de cornes, les débris de laine, les marcs de raisin qui ont été épuisés et surtout ceux dont on a enlevé l'alcool par distillation, les terres provenant des curages de fossés, les boues que l'on retire des mares et des étangs.

Nous ne pouvons entrer ici dans les détails de la culture de la vigne, dont la conduite, par la taille, varie selon les variétés, qui se soutiennent naturellement plus ou moins, et selon la température du climat; nous dirons seulement qu'en général les pieds sont placés à 1 mètre de distance, ce qui donne 10,000 pieds par hectare. Mais nous ne pouvons nous dispenser de parler de la maladie de la vigne, qui a fait tant de ravages que beaucoup de propriétaires avaient pris le parti d'arracher leurs vignes.

Cette maladie est due à l'invasion d'un petit cryptogame parasite, auquel on a donné le nom de *oïdium Tuckeri*, parce qu'il avait été observé d'abord par M. Tucker, jardinier à Margate; ce petit champignon est un érésiphe du même genre que ceux qui occasionnent les maladies nommées *blanc* et *gris* des pêchers, des rosiers.

Le seul moyen pour combattre cette maladie dont l'efficacité ne se soit pas démentie est le soufrage, qui a été adopté par tous les cultivateurs intelligents. L'opération se fait à l'aide du soufre en fleur, dont on saupoudre toute la vigne avec des soufflets variant dans leur disposition; elle doit être faite à trois époques, au moment où la grappe commence à sortir du bourgeon, puis lorsque le fruit commence à nouer, enfin quand il approche de la maturité.

L'opération, très-facile pour les treilles des serres et des jardins, ne l'est pas autant à beaucoup près pour les vignobles : aussi une société s'est-elle formée dernièrement qui l'entreprend à for-

fait ; elle y emploie des enfants dressés à cette manœuvre, et qui s'en acquittent plus facilement que des hommes faits, dont les mouvements seraient moins libres, à cause du défaut d'espace.

Les grains de raisin sont enveloppés d'une peau qui a un épiderme recouvert d'une poussière blanche cireuse ; au-dessous de la peau proprement dite, de nature herbacée, se trouvent la matière colorante, du tannin, une huile essentielle, des matières azotées et des sels ; la pulpe du fruit, ou partie charnue, tissu cellulaire qui contient le jus et est traversé par des vaisseaux dans lesquels se trouve le sucre et la plupart des principes immédiats ; enfin les pepins, dans lesquels on trouve 10 pour 100 d'une huile grasse que l'on a essayé d'extraire à plusieurs reprises, ce qui serait plus facile maintenant au moyen du sulfure de carbone ; on y trouve de plus une huile essentielle, beaucoup de tannin, etc... La composition du jus de raisin ou moût est donc très-complexe ; il contient :

de l'eau,
du glucose,
de l'acide pectique,
du tannin,
de l'albumine,
des matières azotées qui produisent le ferment,
d'autres matières azotées, solubles dans l'eau et l'alcool,
des huiles essentielles,
de la crême de tartre,
du tartrate de chaux,
du tartrate d'alumine,
des pectates de potasse et de chaux,
du sulfate de potasse,
des chlorures de potassium et de sodium,
des phosphates de chaux et de magnésie,
de l'oxyde de fer et de la silice,
une matière colorante, jaune seulement dans les raisins blancs, et qui est un mélange de jaune, de rouge et de bleu dans les raisins colorés.

Quelques variétés de raisin contiennent du paratartrate de potasse au lieu de tartrate ; ce sel a été trouvé d'abord dans des crêmes de tartre provenant de vin des Vosges, depuis on l'a retrouvé dans

(F. 636.)

quelques autres et surtout dans celles de certains vins d'Italie.

La richesse alcoolique du vin, ou sa *vinosité*, est due à la proportion plus ou moins considérable de glucose ou *sucre de raisin* contenu dans le moût; aussi est-il très-important de déterminer autant que possible la quantité qu'il en contient : les autres substances ne faisant que modifier sa saveur et son odeur particulières, ce qui constitue ce que l'on nomme le *bouquet* du vin.

Dans ce but, M. Massonfour a proposé un instrument qui a été nommé *mustimètre* (*fig.* 636), ou pèse-moût, qui n'est qu'un aréomètre ordinaire dont le zéro correspond à la densité de l'eau distillée et dont les divisions inférieures donnent de 5 en 5 jusqu'à 20 la pesanteur spécifique du moût, et par suite la quantité d'extrait sec qu'il laissera, indiquées par la table que nous allons donner, et qui a été faite par l'inventeur de l'instrument : il faut que la température du moût soit à + 15° cent.

DEGRÉS.	POIDS d'un hectolitre DE MOUT.	POIDS de L'EXTRAIT SEC.
	Kilog.	Kilog.
1	100,000	1,128
2	101,500	4,000
3	102,200	5,856
4	102,900	7,728
5	103,600	9,600
6	104,300	11,456
7	105,100	13,600
8	105,900	15,728
9	106,700	17,856
10	107,500	20,000
11	108,300	22,128
12	109,100	24,256
13	109,900	26,400
14	110,700	28,528
15	111,600	30,928
16	112,500	33,328
17	113,400	35,728
18	114,300	38,128
19	115,200	40,528
20	116,100	42,928

Avant d'essayer le moût, il faut qu'il soit passé à travers un linge fin ou une chausse en laine, ou de préférence à travers un filtre en papier; on le verse alors dans une éprouvette à pied d'une grandeur égale à celle du mustimètre, que l'on y plonge, afin d'observer le degré, puis on consulte la table ci-dessus.

La quantité d'extrait sec indiquée ne représente pas seulement le sucre : on a vu par la liste des matières contenues dans le moût que ce résidu renferme des sels, du tannin, la matière colorante, etc.; c'est le tartrate de potasse qui forme une partie notable de ces substances étrangères au sucre, et l'on peut en déterminer assez exactement la proportion en saturant la crême de tartre d'un volume déterminé de moût au moyen d'une dissolution titrée de carbonate de soude ou de carbonate de potasse, secs et purs : 1 gramme de carbonate de soude correspond à 3,566 grammes, et 1 gramme de carbonate de potasse à 2,7 grammes de crème de tartre. On peut ensuite calculer assez approximativement la quantité réelle de sucre que contient le moût, ce qui est d'une grande importance, puisque c'est lui qui seul produit l'alcool.

Dans les années où la température n'est pas assez élevée pour amener le raisin à parfaite maturité, et dans les années pluvieuses, la proportion de sucre est trop faible et le vin est trop pauvre en alcool; on avait pensé que dans ce cas on pouvait y suppléer en ajoutant au vin une quantité convenable d'alcool qui lui donnât son titre ordinaire; mais on a bientôt reconnu que ce moyen ne remplissait pas exactement le but que l'on se proposait.

Un moût de bonne qualité doit avoir une densité de 1,075 à 1,083, c'est-à-dire qu'il doit marquer de 10 à 11 degrés au mustimètre. Lorsqu'on a reconnu cette densité, que l'on a dosé la crème de tartre, et qu'ainsi l'on connaît la proportion de glucose que contient le moût, il faut, au lieu d'ajouter de l'alcool au vin qu'il a produit, y dissoudre une quantité de glucose ou de sucre de canne convenable pour lui donner la densité qui lui manque.

Quelques cultivateurs et même des chimistes ont prétendu que le sucre de canne ne devait pas être employé; que, n'ayant pas la même composition que le glucose, il pouvait, par la fermentation, ne pas donner les mêmes produits que le glucose ou le sucre de raisin. Cette opinion, que partageaient les vignerons, est tout à fait erronée; on ignorait jadis que le sucre de canne ne produit la fermentation alcoolique qu'après sa transformation en glucose. On a même été plus loin, car on a avancé que ce glucose n'étant pro-

bablement pas exactement le même que le sucre de raisin, il éta possible que lui-même ne donnât pas des résultats semblables par l fermentation. Des expériences qui datent de quelques année et que nous rapporterons plus loin, ont montré que le sucre d canne donnait de très-bons résultats.

VENDANGE.

La récolte du raisin ou la vendage se fait en général de la fin d septembre à la moitié du mois d'octobre ; cette époque varie selo la maturité plus ou moins précoce du raisin, maturité dont dé pend la qualité du vin, et qui doit être autant que possible uni forme : aucun grain ne doit avoir été altéré par la moisissure s l'on veut avoir un vin de bonne qualité. Le choix de l'époque de l vendange est donc très-important ; aussi dans la plupart des localités l'autorité assemble-t-elle les vignerons et les propriétaires afin de décider d'après l'avis de la majorité le jour où la vendange doit commencer ; on publie alors le ban de la vendange, et tous les propriétaires sont forcés de commencer au jour qui a été fixé ; il n'y a que dans les propriétés closes qu'on peut reculer un peu cette époque si on le juge convenable pour la maturité du raisin.

Autant que possible on ne vendange que quand la rosée a été évaporée par le soleil. Il faut que le nombre des vendangeurs soit proportionné à l'étendue du terrain, afin que la vendange soit faite avec une grande rapidité et que chaque cuve soit remplie à un hauteur convenable en peu de temps.

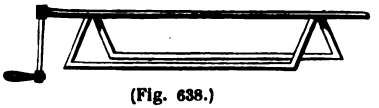
ÉGRAPPAGE.

Fig. 637.)

Dans beaucoup de cas on procède à l'égrappag qui consiste à séparer les grains de la *rafle* ou grapp Le moyen le plus simple consiste à agiter circulaire ment, dans un baquet chargé de raisins, une fourch à trois dents (*fig.* 637) qui détache les grappes p le mouvement rapide qu'on lui imprime.

En Allemagne on se sert d'un égrappeur trè simple : c'est une trémie posée au-dessus d'un dem cylindre à clairevoie au-dessus duquel se trouve u volant à deux ailes en forme de cadre et faisa

ensemble un angle de 90 degrés (*fig.* 638). On place cet appareil au-dessus des cuves, on charge la trémie de grappes, et par une manivelle, que meut un enfant, l'on imprime au volant un mouvement de va-et-vient; les grains se détachent des grappes et s'écrasent; ils passent à travers les barreaux du cylindre qui retient les rafles qu'on retire de temps en temps. Les grains sont ainsi parfaitement détachés et écrasés; on n'a pas à y toucher.

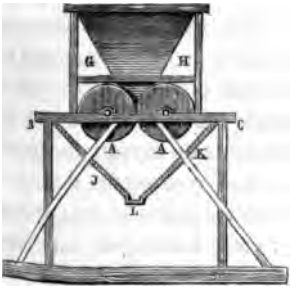


(Fig. 638.)

FOULAGE.

Le foulage a pour but de faire sortir le jus du raisin des cellules et des vaisseaux qui le contiennent, afin que la fermentation puisse s'établir facilement; il se fait trop souvent encore dans nos vignobles par des hommes nus, qui trépignent le raisin avec leurs pieds et leurs mains dans les cuves: cette méthode fort sale est heureusement de plus en plus abandonnée; quant aux vins blancs, pour lesquels le raisin n'est pas jeté dans des cuves, mais a été répandu sur le sol d'une immense auge carrée d'une profondeur de 3 à 4 décimètres, dont le fond est dallé et parfaitement cimenté, des hommes et des femmes chaussés de gros sabots écrasent facilement le raisin.

Depuis longtemps on a cherché à exécuter le foulage par des procédés mécaniques, qui doivent être tels qu'ils écrasent assez bien les grains sans écraser la rafle ni les pepins néanmoins, parce que cela ajouterait au moût une trop grande quantité de tannin, et que le vin aurait alors un goût trop acerbe : il est probable cependant qu'au lieu d'être un inconvénient ce serait un avantage pour les vins blancs, qui sont souvent exposés à devenir filants par le défaut de tannin.



(Fig. 639.)

On a donc imaginé un assez grand nombre de fouloirs; en général ils sont formés par deux cylindres, unis ou cannelés, A A (*fig.* 639), montés sur un cadre B, C, D, E; l'un d'eux est mis en mouvement par une manivelle F. Ces cylindres sont écartés suffisamment pour éviter l'écra-

sement des pepins et de la rafle; l'un des cylindres communique son mouvement à l'autre par un engrenage. Ces cylindres sont disposés au-dessus des cuves, et sont surmontés d'une trémie G H (*fig.* 639) dans laquelle on jette les grappes : au-dessous peut se trouver une autre trémie J K avec un caniveau mobile L, pour diriger dans les diverses cuves le raisin qui a été écrasé.

Dans un autre appareil, les cylindres sont placés au-dessus de la trémie, recouverte d'un treillage en fil de fer, et disposés de telle sorte que la vitesse de l'un est double de celle de l'autre.

CUVES.

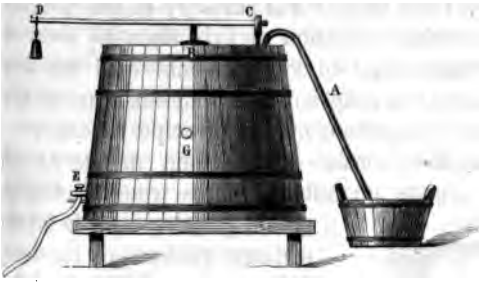
Les cuves dans lesquelles se fait la fermentation sont de formes et de dimensions variables; elles sont en général en bois; on en construit cependant en maçonnerie, mais ces dernières ne sont employées que pour les vins destinés à la fabrication de l'eau-de-vie et de l'alcool.

Les cuves en bois sont en forme de cône tronqué ou carrées : c'est le bois de chêne qui sert toujours à leur construction; elles sont reliées avec des cercles de châtaignier ou mieux de fer : la forme la plus ordinaire et la plus commode, est celle d'un cône tronqué, reposant sur sa base.

La contenance de ces cuves varie beaucoup; pour les vins de qualité supérieure, elle ne dépasse pas 15 hectolitres; pour les autres, il y a des cuves qui contiennent de 30 à 80 hectolitres.

Ces cuves sont posées sur un chantier formé de madriers solides et assez élevé pour que les tonneaux puissent être facilement placés au-dessous de la cannelle adaptée aux cuves. Elles sont ouvertes ou fermées; ces dernières sont préférables, parce qu'elles s'opposent au renouvellement de l'air, qui dans les cuves ouvertes provoque la formation d'acide acétique en assez grande quantité, surtout lorsque le *chapeau* n'est pas maintenu au-dessous du niveau du liquide par une disposition que nous décrirons. Les couvercles des cuves sont joints ou mobiles; avec les couvercles joints le remplissage des cuves est plus lent et plus difficile : cette lenteur est un inconvénient, qui leur a fait préférer les couvercles mobiles pour les vins renommés.

Ces couvercles, mobiles ou fixes (*fig.* 640), ont une ouverture par laquelle le gaz acide carbonique peut se dégager : on y adapte quelquefois un tube flexible A, que l'on fait plonger dans un vase contenant de l'eau; ou bien cette ouverture est

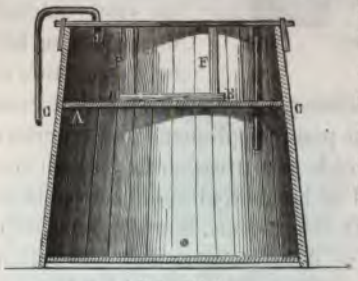


(Fig. 640.)

ermée par une rondelle B, maintenue par un levier C D à l'extrémité uquel on met un poids suffisant pour l'appliquer sur l'ouverture, e manière cependant à ce qu'il cède à la pression du gaz qui souve la rondelle pour se dégager. Une bonde hydraulique est de beaucup plus commode que ces deux dispositions. Souvent on pratique ix couvercles une autre ouverture, d'un diamètre de 4 à 5 centimès, dans laquelle on place un tuyau de fer blanc fermé par le bas et rcé sur ses parois latérales de très-petits trous par lesquels le moût uide peut pénétrer; on y introduit un thermomètre pour apprér les variations de température pendant les phases successives la fermentation et décider ainsi à coup sûr du moment convenble pour le décuvage. Ce thermomètre est retenu par un bouchon i ferme le tube, dans lequel on peut introduire une pipette pour retirer une petite quantité du moût et examiner la qualité du ı et mieux préciser encore le moment où l'on doit décuver. A e certaine distance du fond se trouve une autre ouverture, munie m robinet E, au-devant de laquelle, à l'intérieur de la cuve, on st un petit fagot de sarments qui arrête les pellicules et les pens : quelquefois on adapte à ce robinet un tuyau de toile, sans uture et assez long pour qu'il pénètre au fond des tonneaux : sposition qui s'oppose à l'aération du vin pendant le décuvage et i enlève ainsi une cause d'altération. Au tiers environ de la hauur de la cuve on pratique une ouverture de 6 à 7 centimètres que on ferme avec une bonde en bois assujettie par une bride mobile n fer. Cette ouverture sert à faire évacuer l'acide carbonique après ı décuvaison et avant de laisser descendre dans la cuve pour enever le marc que l'on doit presser.

Au moyen d'une disposition très-simple, M. Beauregard, d'Angers, retient au-dessous du moût liquide le *chapeau,* c'est-à-dire

le mélange de rafles, de pellicules et de pepins, que la fermentation tend toujours à faire monter à la surface, et qui, présentant ainsi une grande superficie à l'action de l'air dans les cuves ouvertes, facilite l'acétification du vin, accident qu'il faut éviter avec le plus grand soin : ce chapeau étant toujours immergé laisse dissoudre ainsi plus complétement ses principes colorants et le tannin. Cette disposition consiste en un fond mobile AB (*fig.* 641) percé d'une grande quantité de petits trous et d'un plus grand, pour recevoir le tuyau de ferblanc renfermant un thermomètre. Ce fond repose sur des tasseaux C fixés aux parois de la cuve ; on le retient au-dessous du niveau du moût par deux barres DE surmontées de chevilles F dont la longueur est telle qu'elles sont pressées par le couvercle de la cuve.



(Fig. 641.).

Les cuves en maçonnerie sont construites en pierre meulière ou en béton : elles sont élevées au-dessus du sol ; leurs parois ont une épaisseur de 66 à 70 centimètres ; leur diamètre est de $2\frac{1}{2}$ à 3 mètres, leur profondeur de 2 seulement. A la partie inférieure on ménage une ouverture A (*fig.* 642), de 35 centimètres environ, par où l'on fait sortir le marc ; pendant la fermentation, cette ouverture est fermée, par un obturateur intérieur en bois de chêne B de 35 millimètres d'épaisseur, formé par un assemblage de planches reliées par des chevilles et des vis, et par un obturateur extérieur semblable C, de 5 centimètres d'épaisseur tous les deux sont reliés par un fort boulon D qui les serre contre les parois de la cuve. Au côté opposé une petite ouverture est pourvue d'un tuyau E portant un robinet par lequel s'opère le décuvage. On introduit la vendange par une ouverture FG de 70 centimètres de diamètre qui est pratiquée au centre de la voûte ; par

(Fig. 642.)

dant la fermentation cette ouverture est hermétiquement close par un assemblage HJ semblable à celui qui ferme l'ouverture inférieure A. Une autre ouverture K, d'un petit diamètre, faite aussi au sommet de la voûte reçoit un tuyau L pour le dégagement du gaz acide carbonique. Quelquefois l'ouverture FG est seulement fermée par un obturateur qu'un levier serre contre la paroi supérieure, ce qui est plus simple et d'une manœuvre plus facile.

On a longuement discuté l'avantage qu'offrent les cuves fermées sur les cuves ouvertes; ce qu'il y a de certain, c'est qu'avant l'emploi des cuves fermées on faisait d'excellent vin, et qui avait plus de couleur. On prétendait que dans les cuves ouvertes sa déperdition en alcool était considérable; Gay-Lussac a démontré que l'acide carbonique en se dégageant n'en entraînait pas plus d'un demi-centième.

On ne peut nier cependant l'avantage des cuves fermées, qui permettent de laisser plus longtemps, et sans inconvénient, le vin sur le marc, et qui en empêchant l'air d'y pénétrer enlèvent toute cause d'altération et laissent ainsi la fermentation tumultueuse s'achever entièrement, tandis qu'avec les cuves ouvertes il faut saisir le moment exact où elle est achevée pour décuver immédiatement, sans quoi le vin pourrait éprouver quelque altération.

DÉCUVAGE.

Lorsque la fermentation est terminée on décuve, c'est-à-dire que l'on fait couler le vin dans les tonneaux; cette opération doit toujours être faite avec soin, afin d'éviter l'aération du vin. Nous avons dit plus haut qu'on y parvenait en adaptant au robinet de la cuve un tuyau en toile sans couture qui plonge au fond des tonneaux.

Le vin obtenu par cet écoulement naturel, dit quelquefois vin de *première cuvée*, ne doit pas pour les vins fins être mélangé avec celui que l'on retire ensuite du marc par l'action des pressoirs.

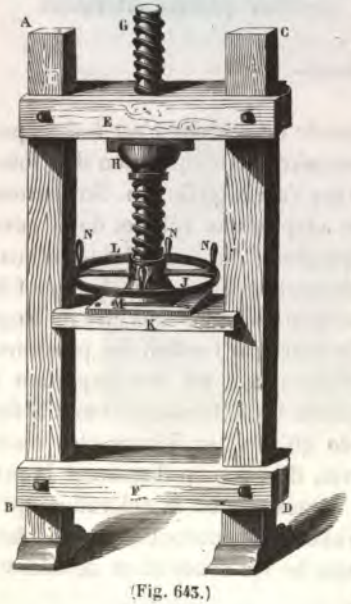
Le moment favorable pour le décuvage est très-important à observer; il faut que la fermentation tumultueuse soit tout à fait terminée, ce qu'on reconnaît à ce qu'il ne se dégage plus sensiblement d'acide carbonique. Le vin, de plus, en dissolvant la matière colorante des pellicules a acquis toute la coloration qu'il peut prendre; mais si l'on veut en avoir une entière certitude, il faut déterminer la quantité d'alcool que le vin contient et ne décuver que lorsqu'elle n'augmente plus.

Le temps que dure la fermentation n'est pas un moye de connaître le point où elle en est, car il varie selon la t ture : s'il fait chaud, la fermentation peut quelquefois s'ac quatre jours ; mais lorsque la maturité du raisin a été ta qu'au moment de la vendange la température a baissé, la tation peut durer de huit à dix jours et même davantage.

Dans quelques localités, comme aux environs de Fontai les vignerons ont l'habitude de soutirer le vin au bout de jours de fermentation et de le rejeter sur le marc à mes coule, afin de lui faire prendre plus de couleur ; cette o qu'ils nomment *bassinage*, est certainement très-mauvaise, p y introduisent ainsi de l'air, qui nuit toujours à la qualité

PRESSURAGE.

Lorsqu'on a fait écouler des cuves tout le vin clair, o le marc pour en retirer par la pression le vin qui est ret les grappes et les pellicules ; on le porte alors sous des p dont la forme est très-variable. Anciennement, pour le vi pour le cidre, on se servait de pressoirs à levier, très-simp leur construction, mais autres inconvénients ava lui d'occuper beaucoup et de produire peu d'eff



(Fig. 643.)

Un des pressoirs les p ples, quoi qu'il soit pourt énergique, est le pressoir sion de M. Révillon : il re aux presses ordinaires à 643) ; il consiste en un ment composé des mont CD, du chapeau E et melle F : la vis en fer G le chapeau et est fixée à en cuivre H. Sa partie i pose sur le fond d'une dine J fixée sur le plate lant K. Un volant LM sant est établi sur l'arb vis, dont il est indépen

autour duquel il tourne librement; il agit comme un levier, et en tournant il fait tourner la vis sur son axe et descendre le plateau K qui exerce la pression. Quand on est arrivé jusqu'à la limite que l'on peut atteindre, on fait alors rétrograder le volant d'un quart de circonférence au moyen des chevilles N N, puis on agit sur lui en sens contraire par une action brusque et rapide, qui ramène le taquet sur le mentonnet de la vis avec une force résultant de la quantité de mouvement de la masse du volant. Par son choc on force la vis à tourner, et l'on augmente ainsi successivement la pression. Ce pressoir a encore le double avantage d'occuper peu de place et d'employer peu de bras pour sa manœuvre.

Le pressurage s'exerce à plusieurs reprises : après la première pression, on desserre la vis, on enlève l'entourage, on coupe le marc, que l'on éparpille et que l'on dispose convenablement ; on remet le tout en place, et l'on renouvelle la pression; après cette première *coupée* on en fait souvent une seconde et même quelquefois une troisième : on ne desserre la vis pour faire un coupage que quand le vin cesse de couler.

Le vin de pressurage n'a jamais le goût aussi fin que celui de décuvage : celui des coupages a même souvent un goût acerbe et désagréable.

Le produit en vin de décuvage et de pressurage quand on a foulé le raisin avec les fouloirs n'est pas le même que lorsqu'il a été foulé par les hommes dans les cuves; voici les résultats comparatifs obtenus par un habile agronome d'Asti :

Les deux opérations ont été faites sur 15 hectolitres de raisin.

Produit des raisins foulés à la machine :

Vin de décuvage.	8,45	9,1
Vin de pressurage.	0,65	
Marc.	5,84	
	14,94	

Produit des raisins foulés avec les pieds :

Vin de décuvage.	7,972	8,596
Vin de pressurage.	0,624	
Marc.	6,364	
	14,960	

On voit par là que pour la quantité il y a avantage à se servir

de machines à fouler; il y en a un autre, tout aussi important, c'est celui de la propreté.

Les nombres que nous venons de citer montrent que le raisin à maturité et foulé à la machine donne près de 61 pour 100 de son volume de vin, dont 56 $\frac{1}{3}$ de décuvage et 4 $\frac{2}{3}$ seulement de pressurage, tandis que quand il est foulé avec les pieds il ne donne que 57 $\frac{1}{3}$ pour 100, dont 53 de décuvage et 4 $\frac{1}{3}$ de pressurage.

VINS BLANCS.

Pour la fabrication des vins blancs, il ne faut cueillir les raisins que par un temps sec et lorsque la rosée est évaporée; on les porte sur la maie, ou les y étale à la pêle, et des hommes chaussés de gros sabots neufs les foulent; cette maie est pourvue d'une rigole à laquelle on suspend un panier de vendange, qui arrête les rafles, les pellicules et les pepins qui sont entraînés par le moût qui tombe dans une cuve, d'où on le soutire dans les tonneaux au fur et mesure qu'elle s'emplit; ces tonneaux ne doivent pas être exactement pleins, à cause de la fermentation tumultueuse qui va s'y faire, et qui rejette par la bonde, laissée ouverte, l'écume qui est produite. Cette fermentation ne devant pas être très-active, les tonneaux doivent être placés dans des celliers frais et même sous des voûtes ou un courant d'air empêche l'élévation de la température; dans beaucoup de cas, il est nécessaire d'*ouiller*, comme pour le vin de Champagne, c'est-à-dire que trois ou quatre fois par jour, tant que dure cette fermentation, il faut remplir les tonneaux avec le même vin; ce n'est qu'après sa fin que l'on soutire le vin dans d'autres tonneaux parfaitement propres, n'ayant servi que pour le vin blanc, dans lesquels on brûle une mèche soufrée, ou dans des tonneaux neufs, car est il important de n'ajouter aucun principe colorant au vin blanc, d'autant plus estimé qu'il est plus incolore.

La fermentation du vin blanc s'effectuant sans le contact des pellicules, des grappes et des pepins, il en résulte que le moût contient une surabondance de ferment, parce qu'il ne s'y trouve pas la quantité de tannin que le contact de la rafle lui aurait donné; ce ferment, ou plutôt la substance qui lui donne naissance, et qui se trouve dans le gluten, a été nommée *glaïadine* par Taddée; elle produit dans les liquides sucrés une sorte de fermentation spéciale, dont nous avons parlé tome VI, page 391, fermentation dite *visqueuse*, et qui rend filants les vins, le cidre, etc., accident dont nous par-

lerons lorsque nous traiterons des maladies des vins et des moyens de les combattre.

Il ne faut pas croire que l'on ne fait pas de vin blanc avec les raisins colorés; en Champagne on le fait généralement avec des raisins noirs récoltés dans les meilleures expositions; quelle que soit l'espèce de raisins qui serve à la fabrication de ce vin, il est nécessaire que ces raisins soient mûrs et parfaitement sains; il faut donc en enlever tout ce qui est pourri ou vert.

Le moût qui s'écoule le premier du pressoir n'a pas le temps de dissoudre la matière colorante contenue dans les pellicules, et il donne un vin parfaitement blanc; mais quand on a recoupé le marc et quand on lui a fait subir ensuite une nouvelle pression, on obtient un vin légèrement coloré, que l'on nomme *vin rosé*, et qu'on traite comme le blanc afin de l'obtenir mousseux : cette espèce de vin étant plus recherchée dans certaines contrées, on colore quelquefois le vin blanc avec de la teinture de tournesol.

Dans quelques cantons, le moût qui a coulé dans une cuve y est laissé en repos durant sept ou huit heures; pendant ce temps il se forme à la surface une couche d'écume. Lorsque cette mousse a acquis assez de consistance pour se fendiller çà et là, on l'enlève avec des écumoires et on la met à égoutter sur des tamis; il s'en forme alors une seconde, que l'on enlève de même; et si la fermentation ne se déclare pas, on en laisse produire une troisième; mais, aussitôt qu'elle tend à se manifester, il faut faire écouler le moût dans les tonneaux : de cette manière on enlève une grande partie de l'excès des matières azotées qui produisent le ferment. On ne fait couler dans les tonneaux que le jus clair; dès qu'il paraît un peu trouble, on le tire à part avec le dépôt, afin de le filtrer.

Quelquefois on cuit une partie du moût pour en détruire la glaïadine; on chauffe le moût dans une chaudière à bascule qui en contient la moitié de ce qui est nécessaire pour remplir un tonneau : aussitôt que la température est à + 70°, il se forme de l'écume, qu'on enlève quand elle est assez ferme; quand le liquide est en ébullition, on écume de nouveau, on fait écouler le moût dans un tonneau à moitié rempli de vin écumé et clarifié à froid par le procédé précédent. On ne doit employer ce moyen que lorsqu'il s'agit de donner de la douceur au vin sans y ajouter du sucre.

La fermentation tumultueuse se termine, comme nous l'avons dit, dans les tonneaux, dans lesquels on laisse le vin sur la lie jusqu'à l'époque du premier soutirage, qui se fait dans d'autres ton-

neaux, qu'il ne faut pas boucher hermétiquement, car le vin re commence à fermenter au bout de quelque temps: le mieux est d les boucher avec des bondes hydrauliques.

Pour la fabrication des vins blancs mousseux on laisse le moût dans les cuves pendant au moins vingt-quatre heures, afin qu'il y dépose les matières terreuses qui ont été entraînées ; une certaine portion des matières propres à produire le ferment se dépose en même temps ; on décante alors le vin avec précaution dans des tonneaux parfaitement propres n'ayant servi que pour du vin blanc, et méchés s'ils ne sont pas neufs ; il faut ouiller plusieurs fois par jour comme pour les autres vins blancs.

Lorsque la fermentation tumultueuse est parfaitement terminée, on remplit les tonneaux, on les bondonne, et du milieu à la fin de décembre, par un temps clair et sec, on soutire le vin dans d'autres tonneaux, propres et méchés comme les premiers. On a l'habitude d'ajouter dans chaque tonneau 1 litre d'eau-de-vie de Cognac de première qualité par 100 litres de moût, afin d'augmenter la force alcoolique du vin et le bouquet, et de plus pour ralentir la fermentation. On ajoute en même temps de la colle de poisson, dont nous donnerons la préparation à l'article de la bière; il en faut 8 grammes pour 100 bouteilles. Au bout d'un mois on soutire de nouveau le vin; à la fin de février on fait un second collage semblable, et l'on ajoute dans le tonneau un sirop fait avec du sucre candi blanc et son poids de vin blanc : on met 2 ½ kilogr. de sucre par 100 bouteilles.

A la fin de mars, aussi par un temps clair et sec, on met en bouteilles : les bouteilles doivent être très-résistantes, pour éviter autant que possible la casse causée par la pression qu'exerce la grande quantité d'acide carbonique qui se produit, pression qui peut s'élever à 6 atmosphères; il faut laisser un espace vide de 3 centimètres entre le liquide et le bouchon, qui doit toujours être de première qualité et solidement ficelé avec une ficelle de chanvre, puis avec un fil de fer.

Pendant la fermentation qui s'opère dans les bouteilles, le vin se trouble, et peu à peu il s'y forme un dépôt qu'il faut enlever quand elle est terminée, opération que l'on nomme *dégorger*. Cette opération difficile demande une grande habitude de la part des ouvriers : on prend chaque bouteille avec précaution en tenant le goulot en bas, afin de voir si le vin est bien clair. Pendant ce temps le dépôt est descendu sur le bouchon ; on en coupe le lien de fer

au moyen d'un crochet, en tenant le goulot au-dessus d'un petit baquet dans lequel le bouchon est vivement lancé ainsi que le dépôt et une certaine quantité de vin. Si le vin est clair, ce dont l'ouvrier s'assure en retournant la bouteille, qu'un autre ouvrier reçoit pour la remplir avec du vin clair, il la bouche immédiatement avec un bouchon neuf, qu'il ficelle de nouveau comme la première fois.

La casse des bouteilles de vin mousseux était autrefois de 15 à 20 pour 100; maintenant, grâce aux perfectionnements apportés à leur fabrication, elle dépasse rarement 10 pour 100; le vin qui serait perdu s'écoule dans un réservoir d'où on le retire tous les jours : on le colle avant de le mettre en bouteilles, mais il faut y ajouter un peu de sirop et d'eau-de-vie.

Les vins de liqueur s'obtiennent par plusieurs procédés; souvent on tord la queue de la grappe sur le cep, et on laisse le raisin se dessécher, au moins en partie, par l'action du soleil; d'autres fois on coupe les grappes bien mûres, et on les étale sur de la paille au soleil pour obtenir le même résultat; enfin, au moût produit par la méthode ordinaire on ajoute une certaine quantité du même moût réduit au quart de son volume par l'évaporation; cette dernière méthode est principalement employée en Espagne : le vin de Malaga, qui est fait ainsi, est classé en plusieurs qualités qui dépendent de la quantité de moût évaporé que l'on ajoute au moût naturel.

Il arrive souvent que le raisin ne peut pas acquérir une parfaite maturité ou que l'abondance des pluies a rendu le jus des grains très-aqueux: dans ces deux cas la quantité de sucre contenue dans le moût n'est pas assez considérable, et le vin ne contient pas une quantité d'alcool suffisante pour qu'il puisse se conserver.

On a proposé plusieurs moyens pour remédier à cet inconvénient, et d'abord on a pensé que le manque de conservation tenant à la trop petite quantité d'alcool, il n'y avait qu'à en ajouter : de là cette mesure prise par l'autorité de permettre aux producteurs d'ajouter une quantité d'alcool convenable pour remplacer celui qui manque au vin; procédé qu'on nomme *vinage*, mais que les dégustateurs reconnaissent facilement. Cette autorisation est la principale cause des fraudes qui se pratiquent à Paris et dans les grandes villes: en effet, on ajoute aux vins que l'on fait entrer des quantités d'alcool beaucoup plus grandes que celle qui est tolérée; ces vins une fois mis en cave sont étendus d'eau, de sorte qu'avec une seule pièce on peut en faire deux, dont une seule a payé les droit d'octroi. Gay-

Lussac, dans un rapport fait à la chambre des pairs, le 21 juin 1844, a démontré combien ce genre de fraude faisait perdre à la ville de Paris; car avec un hectolitre d'alcool, payant 82 fr. de droit, on peut faire 10 pièces de vin à 10 pour 100, ce qui aurait rapporté à l'octroi 203 fr. 50 c. Dans quelques cas cependant l'addition de l'alcool peut rendre transportable et de meilleure garde un vin qui sans cela ne pourrait supporter les voyages.

L'addition du sucre à un moût trop aqueux paraît plus rationnelle : aussi ce moyen a-t-il été proposé et est-il appliqué; il est certainement préférable à l'addition de l'alcool, quoique beaucoup de producteurs y aient fait des objections, que plusieurs savants aient eu les même idées, et que quelques-uns aient même été jusqu'à prétendre que l'on devait rejeter aussi absolument l'emploi du sucre de canne que celui de l'alcool. Cette opinion semble bien extraordinaire, puisque tout le monde sait que c'est du sucre de canne pur, à l'état de sucre candi, que l'on introduit dans le vin de Champagne. Pour en repousser l'emploi, l'on se fondait sur la différence de composition du sucre de canne et de celui de raisin, qui est plus analogue à celle du glucose, et que par conséquent c'était ce dernier que l'on devait préférer : cependant on n'ignore pas que le sucre de canne ne fermente qu'après sa transformation en glucose ; aussi donnerons-nous toujours le conseil de prendre de préférence le sucre de canne raffiné, qui ne peut contenir que des traces de matières étrangères, tandis que dans le glucose il reste presque toujours une quantité plus ou moins forte de dextrine, pouvant bien donner de l'épaisseur au vin, mais ne lui donnant aucune bonne qualité.

Des expériences faites par plusieurs chimistes, entre autres par Thenard, et que nous allons citer d'après ce qu'il nous en a rapporté lui-même, offrent un grand intérêt à ce sujet.

Après avoir soutiré le vin de la cuve, on a versé sur le marc une quantité d'eau sucrée tiède égale à celle du vin soutiré; cette eau sucrée était composée dans les proportions suivantes : pour 100 litres d'eau sucrée dissoudre 18 $\frac{1}{2}$ kilogr. de sucre de canne raffiné dans 25 litres d'eau bouillante, pour compléter 100 litres ensuite si l'on veut que le vin contienne 10 pour 100 d'alcool, ou 20 kilogr. de sucre si l'on veut qu'il en contienne 11 pour 100 : la fermentation s'est établie très-promptement ; quand elle a été terminée, on a soutiré : le produit de cette seconde cuvée a été mis à part et numéroté; on a répandu encore sur le marc une quantité égale d'eau sucrée tiède, et la fermentation s'est aussi facilement effectuée, puis

on a soutiré, et ce nouveau produit a été aussi numéroté pour que l'on ne pût pas confondre les trois résultats.

Après le soutirage du vin collé, vers le mois de juin suivant, les trois vins ont été dégustés par un marchand de vin habile, qui a trouvé que le vin n° 2 était préférable au vin provenant de la première cuvée, c'est-à-dire au vin naturel. Quant au n° 3, il a été trouvé très-inférieur, et supposé ne pouvoir être gardé.

Nous avons fait répéter l'expérience sur le vin d'un clos situé près de Poissy, mais en le modifiant de la manière suivante. Dans la cuve on a ajouté immédiatement au mélange de moût et de marc une quantité d'eau sucrée égale à la moitié du vin que le soutirage aurait donné; de cette manière on a obtenu un vin très-supérieur à celui que l'on récoltait habituellement, et le négociant qui avait l'habitude de l'acheter ne pouvait mieux le définir qu'en le comparant à du vin de Bordeaux, tout en reconnaissant qu'il n'était pas de ce crû.

Nous pensons donc qu'on pourrait ainsi augmenter très-avantageusement le produit des vignobles; mais que, comme malgré l'abaissement du prix du sucre la dépense serait encore assez forte, on ne devrait se servir de ce moyen que pour des vins d'un prix assez élevé pour compenser les frais et au delà. Il est encore nécessaire de laisser le vin en contact avec la rafle pendant quelques jours après que la fermentation tumultueuse est terminée, afin de dissoudre une quantité plus considérable de tannin.

Lorsque le vin est exposé à un grand froid, il gèle en partie : c'est une portion de l'eau seulement qui s'est ainsi solidifiée; la partie restée liquide est devenue alors beaucoup plus riche en alcool. On a donc pensé que pour les vins de Bourgogne, qui ne peuvent supporter le transport par mer, on ferait disparaître ce défaut en les faisant geler pendant les hivers rigoureux ou dans les temps ordinaires au moyen d'appareils produisant des froids artificiels suffisants pour réaliser leur congélation partielle : ces vins arrivés à destination devraient être remis à leur titre primitif en y ajoutant la quantité d'eau que la gelée aurait enlevée. Nous savons que des essais ont été tentés dans ce but, mais nous ne pouvons dire s'ils ont produit les résultats sur lesquels on comptait.

Avant de mettre les vins en bouteilles, il faut les clarifier, ce qui se fait en les *collant*. Les vins rouges peuvent être collés avec les blancs d'œuf, le sang desséché, la gélatine ou la colle de poisson; les vins blancs ne doivent l'être qu'avec de la colle de poisson. La quantité de ces substances varie selon que le vin est plus ou

moins chargé des matières étrangères qui s'y trouvent en suspension; quand un vin est vieux, comme il a été soutiré plus souvent, il ne faut pas autant de ces substances que pour un vin nouveau : ainsi par hectolitre de vin blanc la quantité de colle de poisson varie de 8 à 16 grammes.

MALADIES DES VINS.

Les vins sont sujets à des altérations auxquelles on ne peut pas toujours remédier et dont les causes ne sont pas toutes parfaitement connues; l'une de ces maladies n'affecte que les vins blancs, d'autres attaquent les vins blancs et les vins rouges, tandis que les vins rouges seuls sont sujets à quelques-unes.

Les vins blancs qui ne fermentent ni sur la grappe ni sur la peau du raisin ne contiennent pas autant de tannin que les vins rouges; il s'ensuit que la glaïadine se trouvant en excès y produit souvent la fermentation visqueuse, maladie qu'on nomme *graisse;* dans ce cas le vin devient plus ou moins épais et filant. Lorsque cette altération n'est pas très-forte on peut la détruire en battant le vin, ce qui fait sortir la graisse sous forme d'écume si le tonneau est bien rempli ; on ajoute du vin de temps en temps, et l'on continue le battage jusqu'à ce qu'il ne sorte plus d'écume; mais dans d'autres cas le vin est devenu tellement visqueux qu'il forme presque une gelée : alors ce moyen n'est plus praticable.

Comme cet accident provient du manque de tannin, M. François a proposé l'emploi d'une dissolution de tannin pur, dont il faut 15 grammes pour une pièce de 230 litres. On n'a pas souvent ce produit à sa disposition, mais on peut le remplacer 1° par $\frac{1}{2}$ kilogr. de sorbes écrasées, lorsqu'elles ont acquis tout leur développement, et avant le commencement de leur maturité; 2° par 100 grammes de pepins de raisin par tonneau, ou par $\frac{1}{2}$ kilogr. de cormes écrasées ou de nèfles. On indique aussi les noix de galle, le tan, etc.; mais ces substances pouvant donner un mauvais goût au vin, il vaut mieux éviter de s'en servir.

La maladie que l'on nomme *pousse* résulte d'une seconde fermentation tumultueuse qui s'établit dans les tonneaux; et s'ils ne sont pas munis de bonde hydraulique, la pression produite par le grand dégagement de gaz peut faire éclater le tonneau. Cette fermentation transforme tout le sucre que contenait encore le vin, qui ne tarde pas à passer à l'*amer*. Il faut donc arrêter cette fermenta-

tion dès qu'on s'en aperçoit, et dans ce but on transvase le vin immédiatement dans un autre tonneau où l'on vient de brûler une mèche soufrée. Quelquefois on produit le même effet en ajoutant seulement au vin du sulfate de chaux.

On donne aussi le nom de *pousse* ou de *poux* à un autre genre d'altération, laquelle provient de la décomposition de l'acide tartrique; la potasse, qui est devenue libre, réagit sur les matières albumineuses : le vin devient bleu et prend une odeur putride ammoniacale. On indique comme remède l'addition d'acide tartrique, dont on met 30 grammes par tonneau. Malgré ce moyen le vin n'est jamais aussi bon, et il ne peut pas se garder.

L'*amer* se produit généralement dans les vins dont le sucre a été transformé complétement; cette maladie, qui ne se présente que dans les vins rouges, attaque très-souvent les vins fins de Bourgogne, dans lesquels on ne trouve plus alors sensiblement de tannin. Il arrive parfois aussi que cette maladie passe d'elle-même, quand le vin est en bouteilles; on s'en aperçoit aisément, parce qu'alors le vin, qui était trouble, devient parfaitement clair. Lorsque le vin est encore en pièce, on le transvase dans une autre pièce, où l'on met d'abord 2 kilogr. de lie fraîche de vin blanc qui n'a pas été collé; puis on coule doucement par-dessus un peu d'alcool de première qualité, qui reste à la surface de la lie et auquel on met le feu; on bouche le tonneau pendant vingt-quatre heures, puis on introduit le vin en y ajoutant 250 grammes de sucre raffiné en poudre. Au bout de quelques jours la fermentation s'établit; on doit se servir d'une bonde hydraulique ou à ressort. Mais le vin ainsi traité a perdu une partie de son bouquet : il vaut mieux, lorsqu'on s'aperçoit du commencement de cette maladie, couper ce vin avec son volume de vin du même crû, mais plus nouveau et contenant alors encore du sucre; ce moyen, plus naturel et moins dispendieux, donne de meilleurs résultats.

Les vins passent quelquefois à l'acide, par suite de la production d'une certaine quantité d'acide acétique : dès qu'on s'en aperçoit il faut y remédier en y ajoutant du tartrate neutre de potasse, qui neutralise l'acide acétique en produisant une quantité correspondante de crème de tartre. A défaut de cet agent, on ajoute du lait écrémé, réduit à moitié de son volume par l'évaporation, mais complétement refroidi; l'acide acétique existant dans le vin coagule la caséine en se combinant avec elle, et le produit insoluble se précipite en clarifiant le vin. Si par négligence on a laissé l'altération

devenir trop considérable, on ne peut tirer parti de ce vin qu'en le transformant tout à fait en vinaigre.

Quelquefois il se développe dans le vin de petits champignons blancs flottant au milieu du liquide, que l'on nomme *fleurs* et qui déterminent promptement son altération : on dit alors que le vin est piqué. Ce genre d'altération n'a lieu que par les saisons très-chaudes, et il se produit plutôt dans les tonneaux que dans les bouteilles; on peut en arrêter les progrès en refroidissant fortement le vin, soit en arrosant les tonneaux avec de l'eau froide, soit en y introduisant de la glace; il faut ensuite coller et soutirer.

Ces fleurs de vin se trouvent aussi sur le vinaigre ; ce sont des mycodermes, dont celui du vinaigre a reçu le nom de *mycoderma aceti*. M. Pasteur, poursuivant toujours ses recherches sur les causes des diverses fermentations, et que nous avons cité précédemment, a observé que ces mycodermes avaient la propriété de servir de véhicule pour transporter l'oxygène sur un grand nombre de substances organiques et de déterminer ainsi très-rapidement leur combustion. De là il a été conduit à penser qu'ils pouvaient servir à la transformation de l'alcool en vinaigre, puisque l'acétification n'est qu'une combustion partielle de l'alcool par laquelle deux équivalents de son hydrogène disparaissent pour être remplacés par deux d'oxygène. L'expérience a montré que les prévisions théoriques de ce savant chimiste étaient parfaitement justes, car le vinaigre obtenu de cette manière a toutes les qualités du bon vinaigre d'Orléans : il est produit avec les mêmes matières et dans les mêmes conditions de température que celles qui sont nécessaires à la conservation de son arome. Voici comment opère M. Pasteur :

Dans une cuve ronde ou carrée, de 1 mètre carré de superficie et de 20 centimètres seulement de profondeur, pour éviter l'élévation de température, on introduit 50 litres d'eau ordinaire, 1 litre d'alcool et $\frac{1}{2}$ litre de vinaigre provenant d'une opération précédente : on peut remplacer l'alcool par une quantité de vin, de bière ou de cidre alcoolisés équivalente pour la proportion d'alcool, puis quelques dix-millièmes de phosphates d'ammoniaque, de potasse et de magnésie, qui sont nécessaires à la nutrition du mycoderme que M. Pasteur sème à la surface du liquide, où il ne tarde pas à se développer, au point de recouvrir entièrement le liquide. Les cuves doivent être toujours couvertes pendant l'opération. Tous les jours on ajoute la même quantité du liquide alcoo-

lique jusqu'à ce que le vinaigre ait acquis le titre commercial : il est nécessaire de faire arriver le liquide que l'on ajoute chaque jour par un tuyau qui pénètre au fond de la cuve : si on le versait en dessus on immergerait les mycodermes, qui n'ayant plus le contact de l'air ne pourraient plus agir.

Lorsque le vinaigre est arrivé au titre voulu, on en soutire tous les jours 5 ou 6 litres par un robinet en buis placé à la partie inférieure de la cuve, pour le remplacer par la même quantité de la liqueur alcoolique tant que le mycoderme est capable de provoquer l'acétification ; lorsque son énergie est presque épuisée, on laisse cette opération s'achever jusqu'à ce qu'il ne reste plus d'alcool. On soutire alors le vinaigre ; on recueille à part le mycoderme, qu'on lave avec de l'eau ordinaire : cette eau de lavage contient un peu d'acide et un principe azoté qui peut servir dans une nouvelle opération. Nous venons de dire qu'au fur et à mesure que l'on soutirait le vinaigre on le remplaçait par une égale quantité d'alcool ; il est de même nécessaire quand l'action du mycoderne est épuisée de le soutirer dès que les dernières traces d'alcool ont disparu, parce que sans cela l'action oxydante de la plante se porterait sur l'acide acétique lui-même, qu'elle décomposerait : par la même raison il faut aussi ne pas provoquer un trop grand développement du mycoderme, l'action oxydante pouvant alors devenir trop active.

Dès qu'une cuve est vidée, il est nécessaire de la nettoyer avec le plus grand soin ce qui détruit ou enlève les anguillules, qui ayant besoin d'air pour respirer, tâchent d'immerger les mycodermes en se réunissant en grand nombre pour détruire, par un instinct providentiel, la plante qui les empêche de respirer : aussi leur multiplication finirait-elle par ralentir considérablement la transformation de l'alcool en vinaigre. On conçoit d'après cela combien il est nécessaire de nettoyer parfaitement chaque cuve avant d'y faire un nouveau chargement.

Dans le procédé pratiqué à Orléans, chaque tonneau donne 10 litres de vinaigre tous les huit jours, tandis que le procédé de M. Pasteur en donne 5 ou 6 par jour, c'est-à-dire cinq fois autant pendant le même temps.

Lorsque les tonneaux dans lesquels on a mis le vin sont vieux, il arrive souvent que leur bois s'est altéré et que le vin y prend un goût très-désagréable, que l'on nomme *goût de fût* ou de moisi. Il est difficile de le faire disparaître entièrement ; le seul remède à indiquer consiste à soutirer le vin dans une pièce bien saine et à y ajouter

1 litre de bonne huile d'olive par 228 à 230 litres de vin ; on agite fortement à plusieurs reprises, puis on laisse reposer ; l'huile remonte à la surface retenant les substances qui donnent ce goût : on soutire de nouveau, puis on colle en ajoutant un peu d'alun.

Les vins blancs sont sujets à se colorer en jaune en vieillissant ; ce défaut se corrige au moyen du soufrage. Les vins rouges, au contraire, se décolorent de plus en plus ; ordinairement ils sont presque violets au moment où ils viennent d'être faits, mais la matière colorante bleue diminue peu à peu, leur nuance tire de plus en plus sur le rougeâtre, et ils finissent par prendre la couleur de la pelure d'ognon. Quelquefois ces vins, au lieu de se décolorer, se troublent, deviennent noirâtres : alors il faut se hâter de les soutirer, de les mettre dans une cave fraîche et même d'y ajouter un peu d'alcool.

Lorsque la température est trop basse au moment de la vendange, la fermentation marche très-lentement ; le vin, restant longtemps en contact avec la rafle, dissout alors une beaucoup trop grande quantité de tannin, ce qui lui donne une saveur astringente désagréable, qu'il est facile de faire disparaître au moyen de collages successifs avec de la gélatine, qui précipite le tannin : ce goût ne provient donc pas d'une maladie, mais des circonstances de la récolte, qui produisent d'autres inconvénients résultant du défaut de maturité du raisin et donnant aussi des vins *verts* et des vins *plats*, défaut qu'on ne corrige que par des coupages au moyen de vins ayant des qualités contraires.

Parmi les nombreuses maladies des vins, maladies que l'on connaît encore fort mal, il en est une très-grave, dont M. Balard (*Comptes rendus*, t. LIII, p. 1226) vient de découvrir la cause en s'aidant, comme il le dit, des connaissances de M. Pasteur, qui a fait tant et de si belles recherches sur la fermentation.

Le vin sur lequel M. Balard a opéré était de bonne qualité le 20 octobre ; le 14 novembre il avait éprouvé une altération profonde : il était trouble ; sa couleur, d'abord rouge vif, était devenue rouge jaunâtre ; le bouquet avait disparu, et sa saveur était un peu amère : le vin avait *tourné*.

Par l'évaporation à + 110° on obtenait un résidu solide moins abondant que celui des vins ordinaires du midi, si bien que l'on aurait pu croire à une addition d'eau. Quoique la quantité de résidu solide laissé par un vin soit un renseignement valable, on ne peut cependant y trouver une preuve certaine d'addition d'eau : cette quantité peut varier sensiblement selon la variété du cépage.

la nature du sol, la fumure, l'exposition, la maturité, les pluies, etc. ; à plus forte raison cette quantité peut-elle être modifiée lorsque les vins ont subi une altération.

M. Balard examina ce vin au microscope avec M. Pasteur, qui lui fit immédiatement remarquer un ferment spécial, organisé, analogue au ferment lactique sinon identique avec lui. Ce ferment a été retrouvé depuis par M. Balard dans tous les vins qui avaient subi ce genre d'altération. Ce ferment spécial se présente sous la forme de petits filaments droits, d'une longueur égale au diamètre d'un grain de levûre ; leur diamètre est dix fois plus petit. Quand ces filaments sont en masse et suspendus dans le liquide exposé au soleil, on les distingue par l'apparence nacrée qu'ils présentent, tandis que les globules de levûre ordinaire ont un aspect terne.

M. Balard, après avoir isolé ce ferment, a vérifié que c'était véritablement le ferment lactique, et cette expérience lui a montré ensuite l'exactitude de l'observation de M. Pasteur, que dès l'apparition des vibrions on est assuré que c'est la fermentation butyrique qui se fait. Dans l'expérience qui a donné ces résultats successifs, M. Balard avait mis le ferment séparé du vin avec de l'eau de levûre, du sucre et de la craie : en répétant l'expérience sans eau de levûre, la fermentation est restée presque exclusivement lactique.

Il était utile de comparer ce vin altéré avec le même vin n'ayant éprouvé aucun changement ; c'est ce qu'a fait M. Balard. Ces vins provenaient de la même récolte cependant ; mais le vin non altéré avait été transvasé dans des futailles de 350 litres, tandis que celui qui avait tourné avait été renfermé dans un *foudre* de 15,000. M. Balard conclut de là avec raison que l'on peut attribuer l'altération produite dans le vin conservé dans le foudre à ce que la température s'y est maintenue élevée pendant longtemps.

L'analyse de ce vin a permis à M. Balard de constater des différences chimiques aussi grandes que celles des propriétés physiques : ainsi le vin contenait $1^{g},5$ d'acide acétique par litre, tandis que les vins ordinaires n'en contiennent pas. Les deux vins contenaient du glucose, mais en quantité inégale : ainsi le vin non altéré en contenait $5^{gr},8$ par litre, tandis que le vin tourné n'en a donné que $3^{gr},3$ par litre : c'est une des raisons qui font que ce vin a dû laisser un résidu moins abondant par son évaporation.

La richesse en alcool était sensiblement la même, car le vin non altéré en a donné 10,9 pour 100, et le vin tourné 10,7.

M. Balard rechercha ensuite l'acide lactique dans le vin tourné, et le caractérisa par la cristallisation de son sel de zinc; la même recherche sur le vin non altéré lui en a montré la présence, contre son attente, et il en a trouvé aussi dans tous les vins du midi et même dans les vins de Mâcon, mais en moindre quantité.

Ce fait semble en opposition avec les observations de M. Pasteur sur la fermentation du sucre dans l'eau avec addition de levûre; mais M. Balard a vérifié que dans cette fermentation il ne s'en produisait réellement pas : si des observations ultérieures montrent l'existence constante de l'acide lactique dans tous les vins non altérés, il restera à voir s'il est le résultat de la fermentation du liquide spécial qui le produit, ou s'il ne préexiste pas dans le moût du raisin.

M. Balard a dû rechercher, après le soutirage des vins, les conditions d'existence de ces êtres microscopiques qui paraissent jouer un rôle si important dans un grand nombre de cas, ainsi que le montre une autre observation de M. Balard. En recherchant l'acide lactique dans un vin altéré, il n'y trouva que de l'acide acétique, et bientôt l'examen au microscope montra la présence de quelques globules du ferment acétique qu'étudie M. Pasteur.

L'examen des vins au microscope doit donc rendre de grands services aux producteurs; ils pourront y découvrir ces divers ferments, et essayer d'en débarrasser le vin par des collages et des soutirages multipliés, ce qui leur évitera les pertes d'une récolte entière. On voit encore par cet important travail combien il est nécessaire de refroidir le vin que l'on veut faire passer des cuves où il est chaud dans des foudres de grande capacité où sa température se conserve longtemps et détermine la fâcheuse altération dont M. Balard a dû rechercher la cause. Pour opérer ce refroidissement, on peut se servir des appareils qui servent à la fabrication de la bière et que nous décrirons en parlant de cette boisson artificielle.

En 1848, M. Guibourt fut chargé d'examiner un vin de Bordeaux qui avait éprouvé une altération profonde, et qui devait être du même genre que celle dont M. Balard vient de faire l'examen : on y voyait une grande quantité de grains ovoïdes rouges, transparents, dont les extrémités étaient amincies en pointe, quelquefois un peu mamelonnés, présentant des indices de tissu fibreux et réunis en chapelet : au centre de quelques-uns de ces globules on voyait une agglomération plus compacte, noirâtre et opaque, offrant quelque résistance à l'écrasement, après lequel la masse paraissait, au microscope, composée de fibres courtes sou-

ées, mêlées de petits grains ronds; les corps opaques qui étaient u milieu semblaient composés de même; seulement la matière y tait plus condensée, et l'enveloppe semblait composée de la même natière fibro-gélatineuse très-condensée, sans aucun indice de ellules ni de fibres organisées. Cette altération ne pouvait pas provenir d'une falsification. Les découvertes M. Pasteur sur les ferments n'étaient pas encore connues, et M. Guibourt n'a pu déterminer ce qu'étaient ces corps; il n'a pas recherché, à ce qu'il paraît, s'il s'était produit quelque acide particulier, mais certainement cette altération devait être du genre de celle dont M. Balard a fait connaître les causes.

ESSAIS DES VINS.

L'essai des vins est nécessaire dans certaines circonstances : d'abord quand ils doivent être employés à la fabrication de l'eau-de-vie, car il faut pouvoir obtenir un compte exact de leur rendement, qui varie nécessairement selon que les années ont été plus ou moins favorables à la maturité du raisin; ensuite pour reconnaître si le vin n'a pas été falsifié.

La détermination de la richesse en alcool peut se faire par plusieurs moyens, dont le plus exact est celui qui a été proposé par Gay-Lussac. Pour cette opération on se sert d'un petit alambic, dont nous avons donné la figure Tome V, page 246, dans lequel on introduit 3 décilitres ou 3 demi-décilitres de vin; on recueille le produit de la distillation dans une éprouvette jusqu'au niveau d'un trait gravé 1 décilitre ou $\frac{1}{2}$ décilitre : lorsque ce produit est arrivé à ce niveau, on arrête la distillation, on prend le degré et la température de ce liquide, qui contient tout l'alcool des trois volumes de vin; il faut donc diviser le titre par 3 pour avoir la richesse alcoolique du vin : la distillation au tiers est suffisante pour les vins d'une richesse ordinaire, qui varie de 7 à 11 pour 100; s'il est sensiblement plus riche il faut distiller la moitié du vin, et diviser alors le produit par 2.

M. Conaty et l'abbé Brossard-Vidal ont imaginé des appareils qu'ils ont nommés *ébullioscopes* (*voy.* la figure T. V, page 247) : tous les deux sont fondés sur la température de l'ébullition du liquide alcoolique; l'alcool pur bouillant à + 78°, et l'eau à + 100° la pression de 76 centimètres, on observe la température au commencement de l'ébullition, et au moyen d'une table indiquant la

température de l'ébullition de divers mélanges d'alcool et d'eau o connaît la richesse du vin.

M. Silbermann a imaginé un appareil très-simple pour détermine la composition d'un mélange quelconque d'alcool et d'eau. Cet ap pareil est fondé sur l'inégalité très-grande de dilatabilité de ces deu liquides, l'alcool étant trois fois plus dilatable que l'eau pour un même température entre 0° et + 78°, point de l'ébullition de l'alcoo anhydre. Cet instrument est une sorte de thermomètre dans lequel M. Silbermann introduit de l'eau distillée. L'instrument étant placé dans un bain-marie à + 25°, qu'il prend pour température initiale, il ajoute de l'eau peu à peu jusqu'au niveau d'un trait marqué d'avance sur la tige : il retire l'appareil, puis le plonge dans un autre bain chauffé exactement à + 50°, et il marque d'un trait le niveau auquel l'eau s'élève à cette température : il recommence la même opération et de la même manière, en remplaçant l'eau par de l'alcool anhydre : essayant ensuite de même tous les mélanges depuis 1 jusqu'à 99 pour 100 d'alcool, l'intervalle compris entre la dilatation de l'eau et celle de l'alcool se trouve divisé en 100 parties; un thermomètre à mercure est fixé sur une règle de cuivre près de l'instrument, et permet d'observer la température. M. Silbermann a reconnu que la présence des matières salines ou sucrées ne changeait pas la dilatabilité de l'eau ni celle de l'alcool : on peut donc se servir de cet instrument pour l'essai des vins; et comme il n'y a pas de corrections à faire, l'essai peut être fait en quelques minutes.

La détermination de la proportion d'alcool suffisante pour l'examen des vins destinés à être distillés ne l'est pas lorsqu'il s'agit de reconnaître les falsifications que l'on pratique si fréquemment sur les vins; il faut encore reconnaître quelle est la quantité de matières solides que ces vins contiennent, quelle est leur nature; de plus, il faut rechercher si la matière colorante est bien celle que donne le raisin, enfin si le vin ne contient pas des combinaisons métalliques qui ont pu y être ajoutées ou qui peuvent s'y trouver accidentellement.

Nous venons de voir comment on détermine la richesse alcoolique d'un vin; lorsque la distillation est achevée, la vinasse qui reste dans l'alambic peut servir à trouver la quantité de matières solides qu'il contient et leur composition.

Les vins laissent en général de 18 à 20 pour 100 de résidu sec : on conçoit cependant que ces quantités ne peuvent être considérées comme absolues; en effet, un vin essayé un an après sa ré-

colte doit nécessairement contenir plus de matières solides que le même vin après un certain nombre d'années, car le vin contient toujours une certaine quantité de glucose, qui disparaît peu à peu par une fermentation lente qui le transforme en alcool, et en vieillissant il dépose toujours une partie de la crême de tartre, du tannin et de la matière colorante qu'il contient ; cependant cette diminution ne va pas au delà de 2 ou 3 pour 100.

Le vin ne renferme pas ordinairement d'acide tartrique libre; mais selon M. Liebig il y en a souvent dans les vins du Rhin, surtout lorsque ces vins ont été longtemps conservés dans des tonneaux. Lorsque l'on veut déterminer sa présence, le résidu sec provenant de l'évaporation de la vinasse est traité par de l'alcool à 95 pour 100, qui dissout cet acide et en partie la matière colorante, mais ne dissout pas les sels, tels que les tartrates, sulfates, chlorures, etc. On peut facilement reconnaître si la liqueur alcoolique filtrée contient de l'acide tartrique. Quant au résidu, on doit doser la crême de tartre qui s'y trouve : après l'avoir parfaitement lavé sur le filtre avec de l'alcool au même degré, puis desséché, on le pèse et on le décompose par la chaleur, qui transforme seulement la crême de tartre en carbonate de potasse; la matière est traitée par l'eau : on dissout ainsi les sels; on filtre la liqueur, dont on sature le carbonate de potasse par la liqueur alcalimétrique; le poids du carbonate de potasse trouvé par cet essai permet de calculer celui de la crême de tartre : 100 de carbonate de potasse pur et sec correspondent à 278 de crême de tartre. On a proposé quelques autres moyens; mais je crois celui-ci le plus simple et le plus exact.

On a souvent fait et l'on fait encore des vins de toutes pièces. Jadis la fraude était facile à découvrir, en raison de l'absence de la crême de tartre; mais maintenant les fraudeurs en ajoutent toujours plus ou moins.

Quoique le vin ne renferme pas naturellement d'acide acétique, au moins en quantité notable, il en contient cependant quelquefois, lorsque la fermentation étant faite dans une cuve ouverte on ne surveille pas l'opération : dans ce cas la quantité en est très-faible; mais quand les vins passent à l'aigre, cela provient d'une fermentation acétique dont nous avons parlé et dont nous avons indiqué comme remède l'emploi du tartrate neutre de potasse : il se forme alors de l'acétate de potasse et une quantité correspondante de crême de tartre. Pour extraire l'acétate de potasse, lorsqu'on en soupçonne la présence, on traite le résidu par de l'alcool à 85 pour

100, qui peut le dissoudre : la liqueur alcoolique est évaporée à siccité pour être reprise par de l'acide sulfurique concentré, qui dégage l'acide, facile à reconnaître à son odeur.

On a quelquefois caractérisé la présence de cet acide comme une falsification; nous ne pouvons admettre cette opinion : il est très-naturel de voir les producteurs chercher à détruire les maladies dont leurs vins sont attaqués.

Nous avons vu que les vins étaient sujets à la *pousse*, maladie produite par une nouvelle fermentation tumultueuse, qu'il faut arrêter à temps si l'on veut que le vin ne soit pas perdu; parmi les moyens employés pour y réussir, on se sert du sulfate de chaux ou de l'alun : on peut donc retrouver ces sels dans ce vin; rien de plus facile par le moyen des réactifs de l'acide sulfurique et de la chaux pour le plâtre, et de ceux du même acide et de l'alumine pour l'alun. Lassaigne a donné un moyen très-simple et très-prompt d'en reconnaître la présence; quelque petite quantité qu'un vin en contienne, si l'on fait bouillir ce vin dans un petit tube fermé par un bout, il s'y produit bientôt une laque, qui se sépare. Nous ne pensons pas que dans le cas où l'on a employé de l'alun pour arrêter la pousse, l'addition de cette substance puisse être regardée comme une fraude; cependant on en ajoute quelquefois pour donner au vin une saveur un peu styptique qui simule le goût du vin de Bordeaux.

Lorsque les débitants de Paris achètent des vins alcoolisés, ils en font un plus grand nombre de pièces en y ajoutant de l'eau et diverses matières colorantes; cette fraude est facile à reconnaître, car l'eau dont ils se servent est l'eau des puits, où se trouve une grande quantité de sulfate de chaux. Presque tous les vins en contiennent, il est vrai, mais seulement une quantité extrêmement petite; or, dans le cas où l'on en a mis par fraude, la quantité en étant toujours beaucoup plus considérable que celle qui s'y trouve naturellement est aussitôt indiquée par le chlorure de baryum d'une part et par l'acide oxalique de l'autre. Cette eau de puits contient aussi des chlorures, mais on peut les retrouver par le nitrate acide d'argent, dont le précipité est beaucoup plus abondant que celui que l'on obtiendrait des vins naturels, qui n'en contiennent que des quantités très-faibles.

Cette présence d'une plus grande quantité de sulfate de chaux ne suffirait cependant pas encore pour caractériser la fraude, puisqu'en évaporant ces vins et pesant le résidu sec on pourrait en extraire

une quantité beaucoup plus considérable que celle qui se trouve dans le vin naturel.

Nous avons dit qu'il était fréquemment nécessaire de rechercher dans les vins la présence de sels métalliques. En effet, on a souvent ajouté au vin de l'acétate de plomb, dans le but de dissimuler son âpreté ou son acidité : cette très-dangereuse fraude est si facile à découvrir que l'on y a à peu près renoncé ; mais au moins il peut se rencontrer accidentellement dans les vins de petites quantités de plomb ou de cuivre ; pour les trouver il faut dessécher la vinasse, puis l'incinérer, et dans les cendres traitées par l'acide nitrique pur en léger excès l'on recherche ces métaux par les réactifs qui les caractérisent. L'incinération complète de la vinasse est absolument nécessaire, la présence des matières organiques qu'elle contient pouvant empêcher que les réactifs n'agissent comme ils le devraient.

La détermination de la nature de la matière colorante est aussi une des recherches auxquelles on doit se livrer pour reconnaître les falsifications : en effet, la matière colorante du vin est d'une nature particulière, qui contient une couleur bleue et une couleur jaunâtre; en vieillissant la couleur change sensiblement : aussi le vin d'un crû quand il est jeune ne peut-il pas avec les réactifs donner les mêmes résultats que lorsqu'il est vieux, car la couleur bleue diminue de plus en plus, et nous avons déjà dit qu'un vin nouveau qui a une couleur sensiblement violette finit en vieillissant par ne plus avoir qu'une nuance pelure d'ognon : il est donc évident, ainsi que l'a fait observer Berzelius, il y a déjà longtemps, que ces deux vins donneront des résultats différents, et qu'on ne peut avoir une confiance entière dans les réactions que nous allons citer; cependant quelques matières colorantes ont des caractères assez tranchés pour que l'on puisse s'y fier, pourvu que les réactions produites par différents réactifs viennent à coïncider pour cette détermination.

La méthode qui a longtemps été considérée comme la meilleure est celle de M. Nees d'Esenbeck; elle consiste dans l'emploi de deux dissolutions, l'une de 1 partie d'alun dans 11 parties d'eau distillée, l'autre de 1 partie de carbonate de potasse sec dans 8 parties d'eau distillée. On ajoute au vin son volume de la dissolution d'alun et, peu à peu, de la dissolution de carbonate de potasse, en agitant et ayant soin de ne pas décomposer la totalité de l'alun : l'alumine en se précipitant entraîne la matière colorante et forme une laque. Voici les couleurs que cette laque présente

avec celle du vin naturel et celles des différentes matières employées par la fraude :

Nature de la matière colorante.	*Couleur de la laque.*
Vin naturel.....	gris sale, qu'un excès de potasse redissout en partie en laissant une laque gris cendré et vert dans les vins nouveaux.
Coquelicot.....	gris brun, devenant noir par un excès de potasse.
Baies de troène.....	violet brunâtre.
Baies de myrtille.....	gris bleuâtre.
Baies de sureau.....	violet.
Bois de Brésil.....	gris violacé.
Bois d'Inde.....	rose.
Baies de phytolacca.....	comme le vin naturel.

M. Vogel a proposé l'emploi du sous-acétate de plomb ; Berzelius a remarqué une très-grande différence dans la manière dont ce réactif se comporte, selon qu'on le fait agir sur des vins nouveaux ou sur des vins vieux. Voici les résultats observés :

Matière colorante.	*Couleur des précipités.*
Vin naturel nouveau.....	bleu.
— vieux.....	vert grisâtre.
Bois de Brésil.....	bleu indigo.
Baies de sureau.....	id.
Bois de Campêche.....	rouge pourpré, prenant une couleur plombée par l'addition d'eau.
Betterave.....	puce, devenant rouge pâle en ajoutant de l'eau.
Bois de santal.....	rouge.

Selon M. Chevalier, la potasse serait un réactif plus sûr pour reconnaître la nature des matières colorantes. Voici le résultat de ses observations.

Matière colorante.	*Couleur des précipités.*
Vin naturel.....	vert bouteille ou vert brunâtre.
Baies d'hièble.....	violâtre.
Baies de mûres.....	id.
Bois d'Inde.....	rouge violacé.
— de Fernambouc.....	rouge.
Betterave.....	id.
Tournesol de drapeaux...	violet clair.
Baies de troène.....	violet bleu.
Phytolacca.....	jaune.

Aucune de ces suites d'observations ne contient les réactions sur toutes les matières employées à la coloration des vins factices, ce qui fait que les moyens de comparaison sont incomplets.

Selon M. Filhol, pharmacien à Toulouse, on pourrait facilement

connaître si le vin contient une matière colorante étrangère en ajoutant d'abord de l'ammoniaque en très-léger excès, puis quelques gouttes d'une dissolution concentrée de sulfhydrate d'ammoniaque. Si l'on n'a ajouté aucune matière colorante au vin, la liqueur filtrée présente une couleur verte franche, sans mélange de bleu ni de rouge, tandis que si on l'a coloré avec des mûres, des baies d'hièble, de sureau, de troène, du tournesol, du campêche, du bois de Brésil, des fleurs de coquelicot, la liqueur aura toujours une nuance de bleu, de rouge ou de violet.

Enfin, selon M. Fauré, la gélatine serait le réactif le plus sûr pour reconnaître si la couleur du vin est naturelle : il se fonde sur la grande affinité de la matière colorante du vin pour le tannin, qui est telle que si l'on précipite celui-ci par la gélatine il entraîne avec lui la matière colorante, ce qui n'a pas lieu lorsque le vin factice a été coloré par des matières étrangères, le tannin dans ce cas n'en entraînant jamais que des quantités insignifiantes.

CIDRE ET POIRÉ.

Dans les pays où le raisin ne peut arriver à une maturité suffisante pour en faire du vin, on a dû avoir recours à d'autres boissons, soit naturelles et provenant de la fermentation de diverses espèces de fruits, comme les pommes, les poires, les groseilles; soit artificielles, comme la bière, dont on consomme de si grandes quantités dans les pays du Nord, ou l'hydromel, qui est la boisson la plus employée en Russie, etc.

Le cidre était connu des anciens; les Romains le nommaient *sicera*. Ce sont les Maures qui ont fait connaître la fabrication de cette boisson en Espagne, d'où elle fut introduite en Normandie par les Dieppois, dans le sixième siècle. Le cidre de pomme est celui dont on consomme le plus; celui de poire, que l'on nomme *poiré*, se fait en bien plus petite quantité, et souvent la récolte des poires est en trop faible proportion par rapport à celle des pommes pour que l'on en fasse une boisson particulière. Dans ce cas on mêle les fruits, afin ne faire qu'une seule opération.

CIDRE DE POMME.

Les cidres présentent pour la saveur les mêmes différences que les vins; ces différences dépendent des espèces de fruits, qui sont de qualités très-diverses et que l'on sépare en trois groupes, *pommes douces*, *pommes acides*, *pommes acerbes* ou *amères*. Par ces dénominations seules on comprend quelle différence doit exister

entre les cidres qu'elles peuvent produire. La nature du sol et celle du climat doivent nécessairement aussi avoir une certaine influence sur leur qualité et sur leur goût. Enfin, comme on tire parti des pommes qui tombent par accident ou sont piquées des vers, le cidre qu'on en obtient, et qui est dit cidre de pomme tombée, n'a pas les qualités de celui que donnent les fruits récoltés à leur maturité; il doit être consommé assez promptement, car il ne pourrait pas se conserver.

Quelques contrées en France, la Picardie, la Normandie, le Maine et la Bretagne, fabriquent une quantité considérable de cidre; à Paris c'est celui de Normandie qui jouit de la plus grande réputation, probablement parce qu'il peut y arriver plus facilement, en raison de la proximité et de la facilité des communications par eau, car celui de la Bretagne lui est de beaucoup supérieur.

Le jus des pommes douces a, d'après M. Couverchel, une densité qui varie de 1,060 à 1,084, celle de l'eau étant prise pour 1,000. Celui des pommes à cidre exprimé pour la fabrication de la liqueur marque de 4 à 8° à l'aréomètre de Baumé; cette différence tient autant à la nature des espèces qui ont produit la boisson qu'à la saison, plus ou moins favorable à la maturité du fruit.

Les trois variétés de pommes employées séparément ne donneraient pas des cidres de même qualité; celui qui est tiré des pommes douces se clarifie très-difficilement; celui des pommes acides a un goût à peine supportable; les pommes acerbes donnent un moût plus dense, plus riche en sucre, et dont le cidre se clarifie facilement et se conserve bien.

Le nombre des variétés de pommes à cidre est considérable, car on en connaît plus de cent, qui ne mûrissent pas toutes aux mêmes époques. Les unes sont bonnes à cueillir à la fin de septembre, d'autres à la fin d'octobre, les plus tardives en novembre, ce qui nécessite trois récoltes distinctes : nous avons déjà dit que les pommes ou les poires tombées sont traitées à part, le cidre qu'elles donnent ne pouvant se garder; quant aux fruits récoltés sur les arbres à l'époque de leur maturité, on les transporte à la ferme pour les conserver en tas sous des hangars, ou à leur défaut sur une aire, et on les recouvre de paille afin de laisser achever complétement leur maturité, qui ne peut se terminer sur l'arbre; il faut avoir soin de ne pas laisser dépasser cette maturité et de ne pas employer les pommes blettes.

Dans quelques ouvrages on recommande de séparer les trois espèces de pommes afin d'en faire séparément le cidre; mais cel

ne serait praticable que dans les grandes fermes, et nous somme persuadé que cette méthode a des inconvénients. Le mélange des espèces fait que les qualités des unes corrigent les défauts des autres, et il est très-possible que la supériorité positive des cidres de Bretagne tienne autant à ce mélange qu'à la qualité du terrain et des fruits.

Nous venons de dire que l'on conservait les fruits en tas pour que leur maturité s'achevât et qu'il ne fallait pas laisser dépasser cette époque; quelques soins que l'on prenne pour les récolter, comme on est obligé de gauler les fruits qui sont au haut de l'arbre, ils tombent à terre, et un certain nombre se trouvent meurtris, blessés, et dans les tas ils s'altèrent promptement et finissent par pourrir : on doit les enlever avec soin, car ils communiqueraient au cidre un goût détestable. Cependant il existe dans les campagnes un préjugé qui fait qu'au contraire on conseille et exige même leur emploi, sous le prétexte de donner au produit une plus belle couleur; ce que l'on ne comprend pas, c'est que des cultivateurs qui doivent avoir un peu d'instruction aient une pareille idée : il vaudrait mieux pour colorer le cidre laisser le moût en contact avec le marc pendant quelque temps, ou colorer avec du caramel.

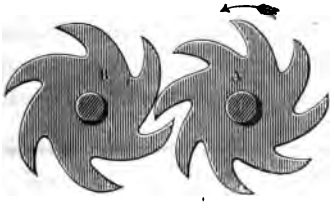
Bérard a fait sur des poires vertes, sur des poires mûres et sur des poires blettes des analyses dont nous donnons les résultats, qui montrent l'importance qu'il y a à choisir le moment favorable pour l'extraction de leur suc : ce qui se passe dans les poires a lieu de même dans les pommes; c'est pourquoi nous plaçons ici ce tableau.

	POIRES VERTES.	P. MURES.	P. BLETTES.
Eau	86,28	83,88	62,73
Sucre	6,45	11,52	8,77
Matière gommeuse	3,17	2,05	2,60
Acide maliqne	0,11	0,08	0,60
Chlorophylle	0,08	0,02	0,04
Albumine	0,08	0,21	0,23
Chaux	0,03	0,04	0,05
Cellulose et concrétions	3,80	2,20	1,90
Amidon	Quantité indéterminée.	0	0
Sels de potasse, acide pectique, matière grasse, pectine, matière azotée, etc.	En quantité indéterminée.		
	100,00	100,00	86,92

Ce tableau montre que la quantité de sucre augmente d'environ deux cinquièmes dans le passage de l'état de fruits verts à celui de fruits mûrs, et qu'en même temps celles de la matière gommeuse et de la cellulose diminuent sensiblement dans le même rapport ; la proportion d'acide ne diminue pas aussi fortement : c'est donc principalement la transformation de la gomme et de la cellulose qui augmente la proportion de sucre.

Le broyage des pommes se fait par plusieurs procédés ; le plus usité en Normandie nécessite l'emploi d'un cheval et celui d'un homme ; il occupe trop de place, et ses frais d'établissement sont assez élevés. L'appareil consiste en une auge circulaire en bois ou en granit, et en une meule verticale en bois d'orme tortillard ; si la meule était en pierre elle serait trop pesante, elle écraserait les pepins et en ferait sortir une huile qui donnerait au cidre un mauvais goût : cet appareil ressemble à ceux dont on se sert au Mexique pour broyer le minerai d'argent, mais il ne demande que la force d'un seul cheval ; l'auge, plus large en haut, a une profondeur de 33 à 40 centimètres environ.

On a substitué à cet appareil un autre système, composé de deux cylindres (*fig.* 644) A et B de 22, centimètres de diamètre, ayant des cannelures profondes de 55 millimètres et la forme de crochets qui sont tranchants. Les cylindres sont montés sur un fort bâti en bois ; au-dessus se trouve une trémie que l'on charge successivement de pommes. Le cylindre A est monté sur le même axe qu'une roue dentée de 758 millimètres de diamètre, à laquelle le mouvement est communiqué par un pignon, dont le diamètre est de 243 millimètres : ce pignon est fixé sur l'axe d'un volant dont l'un des rayons porte un manche par lequel on met en mouvement, dans le sens indiqué par la flèche, le cylindre A, qui transmet le mouvement au cylindre B. Ces cylindres sont en fonte. Au moyen de cet appareil un seul homme peut en dix minutes écraser un hectolitre de pommes : c'est le seul dont on se serve dans les métairies du Maine et de la Bretagne. En Angleterre les cylindres sont seulement en bois, ce qui est préférable, parce que le jus acide de la pomme attaque facilement la fonte et en peut contracter un mauvais goût.


(Fig. 644.)

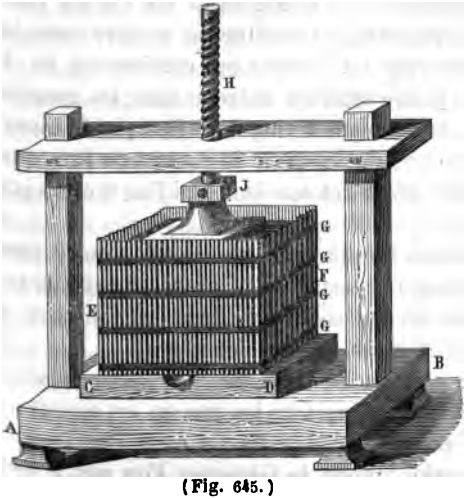
On pourrait certainement, comme l'a indiqué M. Dumas, rem-

placer ce système par une râpe dans le genre de celles qui servent pour les betteraves et les pommes de terre ; mais les lames de scie devraient avoir les dents beaucoup plus longues, un peu écartées, afin de ne pas déchirer les pepins : il est probable que l'opération irait bien plus vite et que les cellules, mieux déchirées, donneraient un produit plus considérable.

PRESSURAGE.

Le marc des pommes est traité comme le raisin, c'est-à-dire qu'étant empilé sur la presse il laisse par la seule pression de son poids écouler du cidre qu'en Normandie on nomme la *mère goutte*, et qui correspond au vin de première cuvée ; mais on n'en obtient ainsi qu'une quantité beaucoup moins grande.

Lorsque cet écoulement naturel est terminé, on procède à la pression, qui peut se faire avec les mêmes appareils que pour le vin : cependant en Normandie on se sert encore d'une presse très-incommode, et pour la complication de sa disposition et pour la place considérable qu'elle occupe, car le levier, que l'on nomme *brebis*, a près de 10 mètres de long et est mis en mouvement par une roue de $4^m,7$ de diamètre. Le tablier sur lequel la pression s'exerce reçoit le marc empilé par couches de 16 centimètres, séparées les unes des autres par des lits de paille que l'on replie pour retenir le marc. En Angleterre, au lieu de paille on met entre les couches des tissus de crin que l'on replie de même, et qui permettent de se servir de presses quelconques, entre autres des puissantes presses par lesquelles on comprime le coton à la Louisiane.



(Fig. 645.)

Maintenant dans les métairies, dont l'étendue est beaucoup moindre que celle des fermes normandes, on se sert d'une presse (*fig.* 645) qui occupe peu de place, car le support A B a moins

de 2 mètres de côté, et le tablier C D n'a que $1^m,20$ de côté. Le chargement du marc se fait dans une sorte de treillis E F en barres de bois ayant 1 mètre carré de surface et 80 centimètres environ de hauteur ; les épaisses lattes qui le composent, et qui sont posées verticalement, sont reliées par quatre armatures en fer G G ; la vis de pression H, qui est en fer, est mise en mouvement par des leviers que l'on passe dans les trous de sa tête J.

Lorsque le marc a été pressé une première fois jusqu'à ce qu'il ne rende plus de jus, on desserre la vis, on coupe le marc, on met au centre ce qui était le long des parois en le remplaçant par ce qui était au centre, et on recommence la pression : l'on obtient ainsi environ 500 kilogr. de moût de 1,000 kilogr. de pommes. Ces deux pressions n'ont cependant pas donné tout ce que l'on peut en obtenir. On enlève le marc, on le broye de nouveau en y ajoutant le quart de son poids d'eau, qui gonfle le tissu et facilite l'écoulement par déplacement lorsqu'on le soumet à l'action de la presse ; et cette nouvelle pression donne encore en moyenne 200 kilogr. de cidre, que l'on mêle souvent avec celui des premières pressions, c'est-à-dire qu'on obtient en tout environ 70 pour 100.

Au sortir de la presse le moût est mis dans de grands tonneaux placés debout et défoncés en haut, et il s'y opère une première fermentation, pendant laquelle le liquide s'éclaircit ; on le transvase alors dans des tonneaux dont la bonde est fermée avec une bonde hydraulique ou plus simplement recouverte avec un morceau de toile mouillée. Le dégagement de l'acide carbonique produit par la fermentation tumultueuse soulève cette toile pour s'échapper et entraîne les écumes qui contiennent les ferments excédants : il se forme alors un chapeau dans les tonneaux, comme cela arrive dans les cuves à vin ; il ne faut pas le rompre, parce qu'il empêche le cidre de recevoir le contact de l'air, qui le ferait aigrir : c'est pour éviter cet accident que l'on doit toujours tenir les tonneaux pleins.

Lorsque la fermentation tumultueuse est achevée, on soutire le cidre dans d'autres tonneaux, parfaitement propres ; enfin un mois après on procède à un dernier soutirage, dans des tonneaux qui contiennent de 700 à 800 litres, où on le conserve.

En Angleterre, on prépare du cidre de luxe, pour lequel on n'emploie que des fruits choisis ; tous les ans on en emporte de France des quantités considérables, mais on exige que les fruits soient cueillis à la main ; pour le fabriquer l'on met le moût

dans des tonneaux comme à l'ordinaire; dès qu'il a déposé on le décante avec soin dans des tonneaux que l'on emplit parfaitement, mais il faut que cette décantation soit faite avant que la première ébullition ait commencé. Au bout de dix-huit heures la fermentation se déclare; on l'arrête en décantant le moût dans d'autres tonneaux, où on le laisse pendant quinze jours; et l'on recommence ainsi jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus d'acide carbonique, mais alors les décantations sont plus éloignées : ainsi cela ne se fait plus que toutes les trois semaines. Le cidre préparé de cette manière se conserve en fût pendant deux ou trois ans, garde son goût agréable et supporte facilement le transport au loin, surtout pendant l'hiver.

On conserve souvent le cidre dans des cruchons de grès, afin de le rendre mousseux : dans cette intention on décante le moût une seule fois, avant le commencement de la fermentation; on le met dans un tonneau où on a brûlé préalablement une mèche soufrée pour paralyser la fermentation; ou plutôt on introduit dans le tonneau un godet suspendu librement à une tige de fer et rempli d'alcool; on l'enflamme avant de l'y plonger, et on le transporte dans toutes ses parties. Ce dernier moyen ne peut donner au cidre aucun goût étranger. Ce cidre peut être mis dans les bouteilles au bout de six ou sept jours; dans le Maine et la Bretagne on attend ordinairement à la fin de février ou au commencement de mars pour cette opération, et cependant le cidre est aussi mousseux que le vin de Champagne : il peut même alors se conserver très-longtemps, car nous en avons conservé douze ans et qui au bout de ce temps était d'excellente qualité. On n'a pas besoin de ficeler les bouchons; mais au lieu de coucher d'abord à plat les bouteilles ou les cruchons, on les met debout pendant un mois; après ce temps on peut les empiler.

Le cidre de poire, ou le *poiré*, est plus alcoolique que le cidre de pomme, et celui qui est fait avec de bons fruits et des soins convenables ressemble beaucoup aux vins blancs de l'Anjou, avec lesquels on le confond facilement quand il est conservé en bouteilles. Toutes les poires ne donnent pas des produits de même qualité; quelques-unes ont une saveur âcre, que le liquide conserve, ce qui le rend très-désagréable. Il paraît que le *poirier saugier* donne le meilleur fruit et le plus sucré; aussi, selon M. Justin de Rouen, qui l'a fait connaître, donne-t-il un poiré qui contient 8,66 pour 100 d'alcool, ce qui se rapproche beaucoup de la teneur des vins. La fa-

brication du poiré est d'ailleurs la même que celle du cidre, que nous venons de décrire.

Le cidre et le poiré sont très-sujets à tourner au gras; dans les contrées où il y a des cormiers, on peut ajouter au cidre et au poiré quelques cormes, qui ressemblent à de petites poires et contiennent beaucoup de tannin.

Le marc de cidre pressé est ordinairement mis en fosse et conservé pour la nourriture des porcs.

BOISSONS ARTIFICIELLES. BIÈRE.

La bière est la boisson la plus usitée dans les pays où l'on ne peut pas récolter de vin. On fait remonter son origine à une époque extrêmement ancienne; on la nommait jadis *cervoise*, et l'on fait dériver ce nom de celui de la déesse de l'agriculture, parce qu'elle est fabriquée avec le produit des moissons.

La fabrication de la bière est depuis très-longtemps d'une importance immense en Angleterre, en Allemagne et en Belgique : cette fabrication, qui pendant longtemps ne fut pratiquée en France que dans les contrées du nord et de l'est et enfin à Paris, s'est étendue depuis, et maintenant on en trouve des fabriques dans tous les départements, même dans ceux où l'on récolte les plus grandes quantités de vin et de cidre. Cependant la consommation de la bière en France est relativement très-faible; ainsi à Londres elle est de 250 millions de litres, tandis qu'à Paris elle n'est que de 15 millions seulement, ce qui tient à ce qu'à Londres le vin est très-rare et extrêmement cher, et qu'à Paris on peut s'en procurer facilement à très-bas prix.

La bière n'est pas seulement alcoolique, elle est encore nourrissante, car outre l'alcool elle contient du glucose et de la dextrine en assez grande quantité, des matières grasses, etc.

Quoique la fabrication de la bière soit très-ancienne, on n'avait aucune idée de la réaction par suite de laquelle l'opération se faisait; seulement on avait remarqué que la chaleur devait être ménagée, et que si elle atteignait + 90° le brassin était manqué. Ce n'est que depuis les travaux de M. Payen sur l'orge germée, dans laquelle il a trouvé la diastase, dont il a fait connaître les curieuses propriétés, que l'on connaît la théorie de la fabrication assez compliquée de cette boisson. Elle se divise en deux opérations principales : 1° la fabrication du *malt*; 2° le *brassage*.

En Angleterre, ou au moins à Londres et dans les grands cen-

tres de population, où les brasseries fabriquent des millions de litres de bière par mois, ces deux opérations principales constituent deux industries séparées : il y a des fabricants de malt et des brasseurs ; mais en France et dans la plupart des autres contrées elles sont faites par le même industriel.

MALTAGE.

Le maltage se compose des opérations suivantes : 1° le *mouillage* de l'orge, 2° la *germination*, 3° la dessiccation ou *touraillage*, 4° le *criblage* pour séparer les radicelles, 5° la mouture.

Le mouillage a pour but de faire pénétrer dans le grain une quantité d'eau suffisante pour que la germination puisse se produire, et en même temps pour éliminer les grains avariés, qui, plus légers, restent à la surface de l'eau : on enlève avec soin ces grains, parce qu'ils pourraient communiquer un mauvais goût à la bière. Ce trempage se fait dans de grands cuviers ou même dans des citernes en pierre, selon l'importance de la fabrication.

Le trempage dure plus ou moins de temps suivant que la température est plus ou moins élevée : on examine de temps en temps le grain en en prenant quelques-uns au hasard ; ils doivent plier facilement entre les doigts et ne pas présenter de noyau résistant ; dès qu'ils sont en cet état, il faut arrêter l'opération, car le grain deviendrait trop mou, en le pressant il en sortirait un liquide laiteux, et la germination ne pourrait plus se produire.

Quand le grain est suffisamment trempé, on le retire, on jette dessus de l'eau froide pour entraîner une matière visqueuse, et on laisse égoutter pendant plus ou moins de temps, ce qui dépend de la saison, six heures au moins en été, dix-huit heures au plus en hiver. On fait alors tomber le grain dans le germoir par une ouverture pratiquée au-dessus et au centre du fond de la cuve.

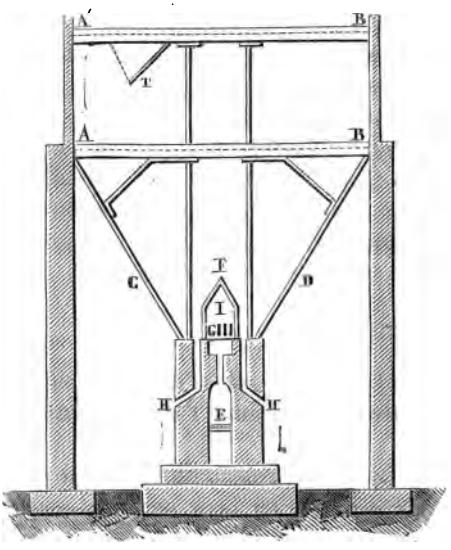
GERMINATION.

Le germoir est une grande pièce dont le sol est imperméable, et qui est disposée de manière à être parfaitement à l'abri des changements de température.

Dès que l'orge est tombée dans le germoir, on en forme des tas de 35 à 40 centimètres d'épaisseur ; au bout de vingt-quatre heures elle a acquis son maximum de gonflement, et la germination commence. Pendant qu'elle a lieu, la température s'élève : dans

les temps froids, il est nécessaire de recouvrir les tas, pour éviter leur refroidissement, qui arrêterait la germination, dont on reconnaît facilement le commencement à ce qu'il se produit une protubérance blanchâtre; il faut alors réduire l'épaisseur des tas à 25 centimètres en été et à 30 en hiver. La radicule sort et s'allonge en se bifurquant; on réduit encore l'épaisseur des tas à 10 centimètres seulement : il faut surveiller attentivement les progrès de cette germination, qu'il faut arrêter dès que la gemmule qui part du même point que la radicule, mais en direction opposée, atteint l'extrémité du grain, et ne pas laisser apparaître la tigellule, car c'est à ce moment que la proportion de diastase est arrivée à son maximum, ce qui est très-important quand on ajoute à l'orge d'autres substances, comme de la fécule de pomme de terre; mais si l'on ne veut employer que de l'orge, il vaut mieux arrêter la germination quand la gemmule arrive aux deux tiers de la longueur du grain.

La germination, qui dépend beaucoup de la température extérieure, est très-difficile à faire réussir en hiver, parce que la température est trop basse et qu'il est presque impossible de la faire développer, et en été, parce que la chaleur est tellement élevée qu'elle marche avec trop de rapidité : les meilleures saisons sont le printemps et l'automne; aussi les brasseurs ont-ils l'habitude de fabriquer pendant ces deux saisons leur provision de malt pour l'année.



(Fig. 646.)

Pendant la germination, il se dégage une grande quantité d'acide carbonique, qui, faute de précaution, a causé quelquefois des accidents chez les ouvriers qui pénétraient dans le germoir.

Lorsqu'on veut arrêter la germination, on dessèche l'orge d'abord à l'air libre, ensuite par l'air chaud dans un appareil que l'on nomme *touraille*. Cet appareil se compose d'une plate-forme horizontale A B (*fig.* 646) en

tôle percée sur toute sa surface de trous assez petits pour que les grains ne puissent pas les traverser; on y substitue avec avantage une forte toile métallique. Cette plate-forme est soutenue par des traverses et des montants en fer, scellés dans une construction en maçonnerie ou en tôle CD qui a la forme d'un cône renversé, à la partie inférieure duquel est établi un foyer E recouvert d'une voûte conique F; autour de la partie supérieure du foyer on pratique des *ouvraux* G, par lesquels les gaz de la combustion montent dans le cône en maçonnerie en se mêlant avec de l'air venant de l'extérieur de l'appareil par des ouvertures H H, et dont on peut régler le courant de manière à ce qu'il produise ainsi un refroidissement suffisant, mais pas trop grand. Il faut avoir soin de s'arranger de sorte que la dessiccation s'achève presque entièrement à la température de + 57°. On peut ensuite laisser la chaleur s'élever à + 90°, parce qu'à cette température la diastase n'est pas altérée lorsqu'elle est sèche : maintenant au lieu d'une seule plate-forme on en établit deux; celle d'en haut A′ B′ reçoit l'orge au sortir du séchoir, et quand elle est suffisamment sèche pour qu'une température plus élevée ne puisse lui nuire, on la fait tomber par une trappe T sur la plate-forme inférieure, d'où l'on vient de retirer le malt complétement sec.

Le grain est étalé sur la plate-forme en couches de 10 à 15 centimètres; dans cette espèce de touraille on ne peut brûler que des combustibles qui ne donnent que peu de fumée ou qui n'en donnent pas du tout : en France on brûle du bois et du hêtre de préférence, de la houille de Fresne, qui est presque une anthracite, ou du coke provenant des usines à gaz.

On a apporté plusieurs modifications aux appareils de chauffage, principalement dans le but pouvoir se servir d'un combustible quelconque : ainsi au moyen de l'air chaud venant d'un calorifère; c'est d'ailleurs le même système que pour la dessiccation de la fécule dont nous avons donné la description; seulement, les toiles métalliques sont remplacées par des plateaux en bois, assez inclinés pour que le malt coule naturellement d'un plateau sur celui qui est au-dessous; l'orge arrivant sur le plateau supérieur n'y reçoit que l'air le moins chaud, et au fur et mesure qu'elle descend elle en rencontre un graduellement plus chaud.

Pour séparer les radicelles, que l'on nomme *touraillons*, on passe l'orge encore chaude au tarare : ces touraillons, qui donneraient un mauvais goût à la bière, sont employés comme engrais. 110 parties d'orge donnent en moyenne 75 de *malt* sec.

Le malt n'est cependant pas toujours desséché à la même tem pérature. En Angleterre on en prépare de trois sortes : le malt pâ' n'est pas chauffé au delà de + 40° : il sert à la fabrication de la biè blanche ; en le chauffant à + 80°, il prend la couleur ambrée, et se à faire la bière ordinaire : c'est presque le seul que l'on confection en France ; si l'on chauffe plus fortement on obtient un malt brun qui sert à fabriquer le *porter*, mais qu'on ne peut employer seul car la température élevée qu'il a supportée a décomposé la diastase

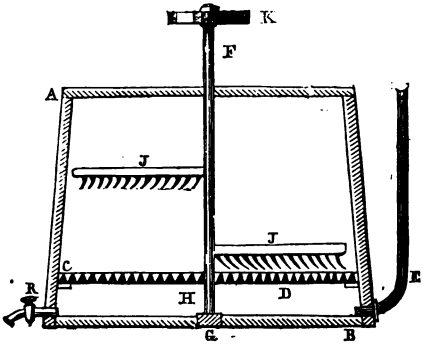
BRASSAGE.

Le brassage comprend les opérations suivants : 1° le *broyage*, 2° le *trempage*, ou *brassage* proprement dit, 3° la décoction du houblon et sa filtration, 4° le refroidissement, 5° la fermentation, 6° la clarification.

Le broyage, ou mouture, ne doit réduire l'orge qu'en fragments et non en farine ; cette opération peut se faire avec des meules horizontales comme pour la mouture du froment, mais ces meules doivent être assez écartées pour ne séparer que l'enveloppe et concasser le grain : une de ces paires de meules en employant une force de trois à quatre chevaux-vapeur peut concasser de 8 à 10 hectolitres de malt par heure.

En Angleterre cette opération se fait généralement au moyen de cylindres en fonte ; ce qui n'a lieu en France que dans quelques brasseries.

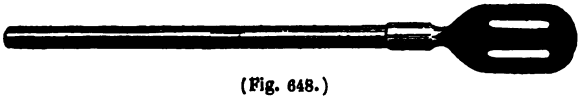
Lorsque le malt est moulu, on procède au démêlage ou brassage : cette expression vient de ce qu'on opère à force de bras. Le brassage se fait dans des cuves coniques A B (*fig.* 647), dont le plus grand diamètre est en bas et que l'on nomme *cuves matières ;* leur profondeur est de 1m 70c. A 12 centimètres du fond se trouve un faux fond C D, percé de trous coniques, reposant sur un cercle très-épais le faux fond, qui ne touche pas les parois de la cuve de crainte des accidents qui pourraient résulter du gonflement du bois, e



(Fig. 647.)

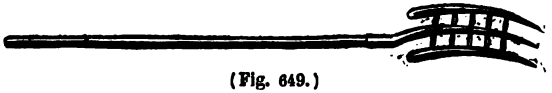
retenu par des chevilles qui l'empêchent de remonter : un tuyau E sert à introduire de l'eau chauffée à + 60° ; du côté opposé se trouve un robinet R par lequel on fait écouler le brassin.

On introduit le malt dans la cuve, puis on y fait pénétrer 1 ½ fois autant d'eau à + 60° par le tube E; le malt monte à la surface de l'eau; on l'y renfonce avec des *fourquets* de fer (*fig.* 648),



(Fig. 648.)

on couvre la cuve pour laisser le malt se pénétrer d'eau pendant une demi-heure, et par le même tube on introduit la quantité d'eau nécessaire au brassin, c'est-à-dire ⅔ de la première quantité; en tout 272 d'eau pour 100 de malt : cette eau doit être chauffée à + 90°, ce qui donne une température moyenne de + 70° à + 72°; on brasse alors vivement avec des instruments qu'on nomme *vagues* (*fig.* 649) : ce sont des espèces de fourches en bois dont les dents sont



(Fig. 649.)

solidement reliées par des traverses, et servent à soulever et à enfoncer alternativement le malt. Durant cette opération la température doit être toujours à + 70°. Pendant le vagage une certaine quantité de malt s'attache aux parois supérieures de la cuve; on l'en fait tomber par un jet d'eau froide, puis on recouvre le tout d'une couche de fine farine de malt qui retient la chaleur; enfin, on place sur la cuve un couvercle dont on garnit les joints avec des bandes de laine. En Angleterre, où la fabrication de la bière est beaucoup plus importante que partout ailleurs, le brassage se fait au moyen d'un axe vertical F G (*fig.* 647) reposant sur une crapaudine H; cet axe, armé des quatre bras J J, garnis de crochets de fer, reçoit le mouvement par une courroie qui s'enroule sur la poulie fixe K.

Après trois heures de macération on ouvre le robinet R; le premier liquide qui passe est trouble, et on le rejette sur le malt; le liquide clair qui vient ensuite passe dans un réservoir d'une capacité de 10 hectolitres, que l'on nomme *reverdoir*, d'où une pompe le fait passer dans une cuve couverte, dite *bac à moût*. Ce premier liquide sucré est appelé *premier métier*.

Lorsque cette première trempe est écoulée, on introduit dans la cuve-matière une nouvelle quantité d'eau, chauffée à + 80°, et égale aux $\frac{2}{3}$ de la première; on brasse de nouveau, puis on laisse en macération pendant deux heures pour achever la saccharification; après quoi on soutire comme la première fois; ce *second métier* réuni au premier est versé dans la chaudière à houblon.

On fait généralement une troisième trempe avec une quantité d'eau égale à celle de la seconde : l'eau doit être à + 90°. Ce *troisième métier* n'est pas habituellement réuni aux deux premiers, il sert à fabriquer la petite bière.

Le malt ainsi épuisé est appelé *drèche;* il ne devrait contenir que les matières grasses, une partie des matières azotées et les sels minéraux avec le tissu organique, s'il était possible d'apporter plus de soin à des opérations qui se font sur une si grande échelle; aussi se trouve-t-il toujours plus ou moins d'amidon dans la drèche, que les nourrisseurs achètent pour la donner aux vaches laitières après y avoir mêlé des fourrages secs.

La qualité de la bière dépend en partie de la richesse du moût, laquelle varie d'après celle de l'orge et aussi d'après la manière dont l'opération a été conduite. On reconnaît facilement sa richesse au moyen de l'aréomètre de Baumé. M. Lacambre, dans l'ouvrage excellent qu'il a publié sur la fabrication de la bière, a donné le tableau suivant, d'après lequel on voit la quantité d'extrait que contient par hectolitre un moût d'une densité connue par cet aréomètre.

Degrés Baumé à + 15° c.	Poids d'un hectolitre de moût.	Poids de l'extrait d'un hectolitre de moût.	Poids de l'extrait pour 100 de moûture.
	kil.	kil.	kil.
1	100,680	1,410	1,40
2	101,405	2,920	2,88
3	102,110	4,580	4,48
4	102,810	6,430	6,25
5	103,510	8,240	7,96
6	104,220	10,190	9,78
7	104,930	12,560	11,49
8	105,640	13,920	13,18
9	106,360	15,910	14,96
10	107,180	17,740	16,55
11	107,865	19,964	18,36
12	108,650	21,900	20,16

Les brasseurs ne mettent pas toujours la même quantité d'eau dans leur brassin; cette quantité varie selon l'espèce de bière qu'ils ont à faire. En France pour la bière ordinaire, qu'on nomme *bière double*, cette quantité est calculée de manière à ce que le moût marque de 8 à 9 degrés Baumé, et pour la *petite bière* 3 degrés au moins. Lorsqu'on veut avoir des bières plus fortes, il est nécessaire d'augmenter la richesse du moût; pendant longtemps on l'a concentré par l'évaporation dans les chaudières à décoction du houblon, mais maintenant on obtient le même résultat plus avantageusement en y ajoutant du glucose, que l'on produit en ajoutant de la fécule dans le brassin, le malt contenant beaucoup plus de diastase qu'il ne faut pour opérer cette transformation sur l'amidon de l'orge : on peut remplacer le glucose par de la mélasse clarifiée. En Angleterre, où le sucre est à un prix moins élevé, on se sert de sucre brut des colonies ou de vergeoises : l'emploi en est surtout nécessaire pour les bières noires, comme le porter, pour lequel on se sert en grande partie de malt brun dont la diastase a été détruite par la dessiccation à une température élevée.

Le houblon que l'on ajoute à la bière sert à la conserver plus longtemps, et il lui communique en même temps son arôme et son amertume. Dans quelques contrées on remplace cette substance par des feuilles de buis; mais ces feuilles ne peuvent donner que de l'amertume : le capitaine Cook, dans ses longs voyages autour du monde, faisait fabriquer de la bière pour ses équipages dans les relâches un peu longues qu'il pouvait faire. A défaut de houblon, il se servait de feuilles de pin, et la boisson qu'il obtenait ainsi s'est toujours trouvée très-salutaire pour la santé de ses hommes. On a prétendu qu'en Angleterre on avait donné à la bière une amertume un peu plus forte en y ajoutant de la strychnine; il est permis d'en douter, quoique le commerce français ait vendu pendant longtemps une quantité considérable de ce terrible poison à ce pays.

De même que pour les autres produits végétaux, la nature du terrain et la température du climat ont une grande influence sur la qualité du houblon; l'époque à laquelle on fait la récolte, la manière dont on la conserve en ont une très-grande aussi; la température principalement détermine un plus ou un moins grand développement du principe aromatique, dont l'odeur est moins suave, mais dont l'abondance est plus grande dans les climats un peu chauds : aussi préfère-t-on celui des pays un peu froids à celui des pays trop chauds. En Allemagne on récolte un houblon

dont généralement les graines sont avortées; ce sont ces cônes stériles qui donnent l'arôme le plus suave. D'ailleurs pour faire la récolte on se guide sur les caractères extérieurs des cônes : on a reconnu que le maximum de l'huile essentielle s'y trouvait lorsque les cônes étaient d'un jaune encore verdâtre, époque à laquelle les graines ne sont pas encore en pleine maturité.

Dès que le houblon est récolté, on le dessèche rapidement pour éviter la perte de l'arôme : pour empêcher son altération au contact de l'air, qui transformerait l'huile essentielle en résine, on le comprime fortement dès qu'il est desséché. En Amérique et en Angleterre on le comprime dans des sacs sous la presse hydraulique; et pour éviter une expansion qui pourrait s'opérer à la longue, on maintient ces sacs au moyen de planches reliées par des bandes de fer ou des cordes : on peut ainsi conserver le houblon beaucoup plus longtemps sans altération. Les sacs doivent être placés dans une chambre bien sèche et bien close.

L'analyse de la poussière jaune qui renferme le principe aromatique a montré qu'elle contenait

de l'eau,
de la cellulose,
une huile essentielle soluble dans l'eau,
de la résine,
des matières grasses,
un principe amer,
une substance gommeuse,
deux matières azotées,
du soufre,
de l'acétate d'ammoniaque,
du chlorure de potassium,
des sulfates de potasse et de chaux,
du carbonate de chaux,
des phosphates de potasse et ammoniaco-magnésien,
de l'oxyde de fer,
et de la silice.

Parmi toutes ces substances deux seulement exercent une action sur la bière; ce sont l'huile essentielle et le principe amer.

La décoction du houblon se fait en le mettant bouillir avec le moût dans une chaudière ; pour la bière double il faut 450 grammes de houblon par hectolitre de malt. En Angleterre, où l'on fabrique

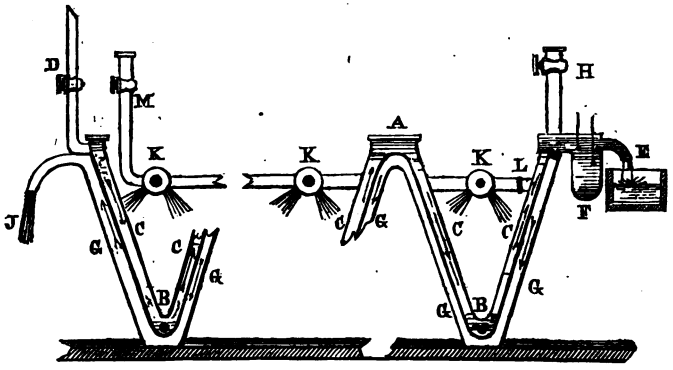
des bières qui doivent être transportées jusqu'aux Indes, on les charge d'une plus grande quantité de l'huile essentielle, qui non-seulement leur communique son arome, mais encore leur est un agent conservateur; on met 1 kilogr. de houblon par hectolitre de malt. Les chaudières doivent être closes; autrement on perdrait une grande quantité du principe aromatique. En Angleterre et à Louvain, ces chaudières ont la forme d'un générateur de vapeur traversé dans sa longueur par un axe portant des croisillons entre lesquels on a tendu des chaînes; à l'une des extrémités de l'axe, qui sort de la chaudière, se trouve une manivelle pour le faire tourner, de sorte que les chaînes en tournant entraînent le houblon, qu'elles soulèvent et plongent alternativement dans le liquide en ébullition.

Lorsque la décoction est terminée, un large robinet, placé à la partie la plus déclive de la chaudière, fait écouler ensemble le liquide et le houblon dans un *bac à repos :* au bout d'une heure le liquide est clair. Dans quelques brasseries le bac est muni, à plusieurs étages, d'un robinet pareil à celui des chaudières à déféquer. Dans la grande brasserie de MM. Hambrouch, à Louvain, le moût est filtré dans une caisse en fonte à double fond percé de trous sur lesquels le houblon qui se dépose sert lui-même de filtre.

Le moût houblonné, décanté ou filtré doit être refroidi, afin qu'il puisse éprouver la fermentation alcoolique : quelques brasseurs se bornent à couler le moût dans de grands bacs peu profonds, placés dans des greniers dont les fenêtres ne sont fermées que par des persiennes, qui permettent à l'air de circuler librement : la couche de moût n'ayant pas plus de 15 centimètres de hauteur, le refroidissement s'y opère lentement, et par cette exposition à l'air il peut éprouver des altérations qui donneraient naissance aux fermentations butyrique ou visqueuse.

Dans les brasseries nouvelles on se sert de réfrigérants à circulation et en même temps à évaporation d'eau; ces appareils donnent très-rapidement un abaissement convenable de température, au moyen d'une circulation en sens inverse du moût d'un côté et de l'eau de l'autre. Leur disposition est très-variable, mais tous sont fondés sur ce système, plus ou moins complet.

Celui de M. Tamisier, que nous allons décrire, est à circulation et à évaporation : c'est une sorte de serpentin plat (*fig.* 650), disposé horizontalement et formé par un système de trois plaques paral-



(Fig. 650.)

lèles de cuivre étamé, laissant entre elles un espace de 3 centimètres; cette sorte de tube plat forme ainsi des zigzags présentant dix rangs : chaque pli supérieur, ouvert dans toute sa largeur, peut être fermé par des plaques, disposition qui rend plus facile le nettoyage, et dans ce but un tuyau B est adapté à chaque pli inférieur. Le serpentin supérieur C, C, etc., reçoit le moût houblonné par le tube D, muni d'un robinet à l'aide duquel on règle le courant, qui suit tous les plis de ce serpentin et sort par le trop-plein auquel est attaché un petit vase F ouvert séparé en deux parties par un diaphragme : dans l'une est plongé un aréomètre pour donner la densité du moût, dans l'autre un thermomètre indiquant la température, qui ne doit pas être supérieure à 25°.

L'eau froide qui doit circuler dans le serpentin inférieur G, G, etc., est tirée d'un puits, de sorte que sa température est d'environ + 12°; elle arrive par le tuyau H, dont on ouvre le robinet, suit ainsi une marche inverse de celle du moût, et sort par le trop plein J : les flèches indiquent la marche des deux courants. La partie extérieure du serpentin qui contient le moût est refroidie par une injection constante d'eau froide lancée en pluie fine par de petits trous pratiqués dans des tubes K, K, disposés parallèlement aux plaques des serpentins; ces tubes sont soudés à un long tuyau L M, muni d'un robinet et qui reçoit l'eau d'un réservoir supérieur.

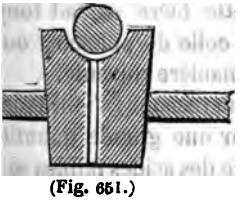
La longueur totale de cet appareil est de 12 mètres, la largeur des plaques, qui est de 1 mètre, offre ainsi au refroidissement une surface totale de 56 mètres, qui peut en une heure abaisser de + 80° à + 25° la température de 52 hectolitres de moût, en em-

ant 57,2 hectolitres d'eau à + 12, ou 1,1 hectolitre d'eau pour ctolitre de moût.

doit régler le courant d'eau froide pour amener le moût à mpérature voulue, qui doit varier selon la saison et selon l'es- de bière que l'on fait, avant de la faire monter dans les cuves la fermentation : on a dressé le tableau suivant de ce réfroi- ment :

MOIS.	LONDRES.			A PARIS.	
	Ale.	Porter.	Bière de table.	Bière double.	Petite bière.
rier et février.....	+ 15°	+ 14°	+ 19°	+ 21°	+ 20°
s et avril.....	+ 12°	+ 13°	+ 17°	+ 20°	+ 19°
et juin.....	+ 11°	+ 12°	+ 16°	+ 18°	+ 17°
et et août.....	Le plus possible.....			+ 15°	+ 14°
embre et octobre.....	+ 13°	+ 14°	+ 17°	+ 19°	+ 18°
embre et décembre...	+ 14°	+ 16°	+ 18°	+ 20°	+ 19°

moût refroidi est versé dans les cuves à fermentation, qu'on ne *guilloires ;* ces cuves sont maintenant surmontées d'un cou- e à charnière, qui ne fermant pas complétement permet au gaz carbonique de se dégager : quelquefois le couvercle ferme étiquement et est pourvu d'une bonde hydraulique, qui con- souvent en une simple bonde en bois légèrement conique 651), traversée dans son axe par un trou cylindrique; la par- tie supérieure de cette bonde est creusée comme une capsule, au fond de laquelle on met une sphère mobile, que le déga- gement du gaz déplace facilement.


(Fig. 651.)

Les cuves de fermentation sont pla- cées dans un atelier, qui peut être clos afin d'y maintenir une température de 0°; il est nécessaire cependant d'y établir un faible courant pour entraîner l'acide carbonique résultant de la fermentation, el sans cela pourrait asphyxier les ouvriers.

our déterminer la fermentation on ajoute une certaine quantité evûre dans les cuves ; cette quantité varie selon la température densité des moûts, dont il faut d'autant plus que la température plus basse ou que les moûts sont plus denses ; les limites sont

de 2 à 4 kilogr. pour 1,000 litres de moût. La fermentation tumultueuse commence au bout de très-peu de temps, et dure de vingt-quatre à quarante-huit heures; il se produit alors une grande quantité d'écume, qui s'écoule par une échancrure pratiquée à chaque cuve, et tombe dans une rigole et de là dans un caniveau en pente la conduisant dans un réservoir particulier. Les cuves doivent être maintenues pleines; pour cela le liquide clair qui se sépare de la mousse dans le réservoir est remonté par une pompe et versé dans un autre réservoir, disposé plus haut que les cuves à fermentation et qui déverse continuellement dans toutes les cuves.

Lorsque cette première fermentation est terminée, la bière qui doit être consommée immédiatement est soutirée dans de petits tonneaux nommés *quarts*, que l'on incline par paires sur un chantier et qu'on emplit jusqu'à la bonde : la fermentation recommence et fait sortir une grande quantité de mousse épaisse chargée de levûre qui tombe dans un large caniveau, où la levûre se sépare du liquide clair et coule dans une petite cuve, d'où l'on retire le liquide pour tenir les quarts toujours pleins. Quand cette fermentation a perdu son activité et qu'il ne sort plus de mousse, on fait couler dans la petite cuve la partie épaisse de la mousse, que l'on réunit à celle qui est sortie des cuves à fermentation.

Cette seconde fermentation dure vingt-quatre heures, après lesquelles on redresse les quarts, que l'on remplit de nouveau : une nouvelle fermentation se produit, mais plus lente, et il sort alors des quarts une nouvelle écume, blanche, légère, que les brasseurs nomment *bouquet*, puis on ferme les bondes : dans cet état on l'expédie immédiatement. Le collage de cette bière se fait toujours chez le consommateur, au moyen de la colle de poisson, ou ichthyocolle, qui doit être préparée de la manière suivante.

Selon M. Payen, qui l'a examinée au microscope, l'ichthyocolle est composée de membranes formées par une grande quantité de fibrilles entre-croisées, qui sous l'influence des acides faibles se gonflent au point de centupler de volume, puis se contractent et reprennent leur volume primitif en présence de l'alcool et des autres substances contenues dans la bière, et forment ainsi un réseau qui enveloppe toutes les matières tenues en suspension et les entraîne au fond du liquide, dont la limpidité devient parfaite.

Lorsqu'on veut préparer cette colle on bat l'ichthyocolle avec un marteau sur une enclume, on la découpe ensuite en fines lanières que l'on met dans l'eau froide, que l'on renouvelle plusieurs fois

pendant cinq ou six heures en été, et pendant vingt-quatre en hiver. Après cela on la malaxe entre les mains, et l'on en forme une pâte nacrée, que l'on délaye dans de la bière aigrie si c'est pour coller la bière, ou dans du vin blanc un peu acide si c'est pour le collage du vin. 4 grammes d'ichthyocolle de très-bonne qualité donnent ainsi 3 décilitres d'un liquide mucilagineux, qui peut clarifier 1 hectolitre de bière ou de vin.

Quelques brasseurs, à défaut de cette substance, collent la bière avec un mucilage obtenu de pieds de veau ; d'autres la clarifient en ajoutant une dissolution de 10 à 15 grammes de tannin par hectolitre de bière.

Lorsque les bières sont difficiles à clarifier, et surtout lorsqu'elles sont destinées à l'exportation, on y ajoute 40 à 50 grammes d'alun avant de mettre la colle : on n'a pas remarqué jusqu'ici que l'emploi de l'alun ait présenté d'inconvénients pour la santé.

Les mélanges dont on se sert pour la fabrication de la bière varient selon les pays et selon l'espèce de bière que l'on veut fabriquer. En France on n'emploie pas toujours l'orge seule, on en remplace souvent une partie par du sirop de fécule, principalement pour la fabrication des bières blanches : cette addition en rend la fabrication plus facile. Lorsqu'on ne prend que du malt, 2,000 kil. donnent 6,000 litres de moût à 8° Baumé, produisant de la bière double ; puis le lavage du malt donne 4,000 litres de petite bière, selon d'anciennes données, qui ne doivent pas être d'une parfaite exactitude. En effet, avec la même quantité de malt plus 200 kilogr. de sirop de fécule à 33° de l'aréomètre, on n'obtient que les mêmes quantités de moût et de bière. La bière de Strasbourg se fait seulement avec du bon malt nouveau, dans les proportions suivantes :

Malt.	210 kilogr.
Houblon de bonne qualité.	5 kilogr.

ce qui produit 5 hectolitres de bière forte plus 3 hectolitres de petite bière.

A Lille, où l'on fabrique de la bière excellente et qui se conserve bien, un brassin est composé de la manière suivante pour la bière ordinaire,

Malt concassé entre des cylindres.	2,000 kilogr.
Froment.	16 litres.
Houblon de Paperingue.	26 kilogr.

Pour la petite bière on met ensuite 6 litres de froment et 6 kilogr. de houblon. Ce qui produit en tout 72 hectolitres de bière forte et 28 de petite bière.

En Angleterre pour fabriquer le porter on prend :

Malt pâle.	21 hectolitres.
Malt ambré.	16 id.
Malt brun.	8 id.
Houblon brun. . . .	de 60 à 67 kil.
Sel marin.	de 1 à 2 id.
Levûre.	de 20 à 30 id.

Ce qui produit en moyenne 60 hectolitres de porter et 10 hectolitres de bière plus faible.

Le porter destiné à l'exportation, qu'on nomme *brown-stout*, exige un mélange plus compliqué; il est composé de la manière suivante :

Malt brun.	69,8	hectolitres.	116,32
Malt ambré.	23,26	id.	
Malt pâle.	23,26	id.	
Houblon d'Amérique. .	110,60	kilogr.	
Sucre brut de canne. . .	12,70	id.	
Cocculus indicus.	1,81	id.	
Faba amara.	2,72	id.	

On obtient ainsi 90 hectolitres de porter et 66 hectolitres de bière à consommer sur place.

Le porter, si estimé en Angleterre quoiqu'il ait une saveur qui semble très-désagréable quand on n'y est pas habitué, doit sa couleur au malt brun, qui lui donne en même temps un goût de caramel et d'huile empyreumatique : le malt brun, qui coûte fort cher, peut être remplacé par du caramel fait avec du sucre commun, ou, comme on fait maintenant en France, où cette fabrication commence à s'introduire, par un extrait de café de chicorée fait à froid.

L'ale est une bière très-peu colorée, dont la consommation augmente constamment; les dosages varient selon les localités et selon que cette bière doit être consommée promptement ou qu'elle est destinée à l'exportation.

A Londres l'ale ordinaire était ainsi préparée pour un brassin que M. Lacambre a vu préparer devant lui :

Malt pâle.	204	hectolitres.
Malt ambré.	29	id.
Houblon d'Amérique.	238	kilogr.

Avec ce mélange on a fait trois trempes : le moût de la première marquait 12° à l'aréomètre de Baumé; le mélange de moût des trois trempes en marquait 7° ½ à + 16° c.; elles fournirent ensemble 425 hectolitres d'ale de table.

L'ale d'Écosse a une grande réputation, celles de Burton et de Preston particulièrement; cette dernière est obtenue par le mélange suivant :

Malt très-pâle.	105	hectolitres.
Houblon de Kent ou d'Amérique.	88	kilog.
Graine de paradis en poudre. . . .	2	id.
Id. de coriandre.	1	id.
Écorce d'orange pulvérisée.	2	id.

On obtient ainsi 95 hectolitres d'ale forte et 75 d'ale à consommer sur place.

La bière de Louvain jouit en Belgique d'une réputation bien méritée. Voici le dosage du mélange :

Blé moulu.	5,500	kilogr.
Malt séché à froid.	1,400	—
Avoine moulue.	100	—
Houblon.	65	—

Ce qui donne 130 hectolitres de peeterman ou 225 de bière blanche.

Nous devons faire connaître l'influence de la nature de l'eau sur la qualité de cette bière. Un brasseur de Louvain, afin d'éviter les frais de transport de sa bière de Louvain à Bruxelles, voulut établir dans cette dernière ville une brasserie, dans laquelle il croyait obtenir des produits de même qualité; les premiers brassins n'ayant pas donné de résultats satisfaisants, il fit venir de Louvain les matières qu'il employait ordinairement dans sa brasserie; mais il n'obtint pas de meilleurs résultats. On ne peut donc attribuer cet insuccès qu'à la différence de composition de l'eau.

La bière est plus nourrissante que le vin et que le cidre, car elle contient beaucoup plus de matières solides en dissolution. En effet, pendant la fabrication il y a toujours une certaine quantité de dextrine qui n'a pas été transformée en sucre et une portion de sucre qui n'a pas été dédoublée en acide carbonique et en alcool; enfin, la bière contient une matière azotée, qui est très-nourrissante par elle-même.

M. Poinsot a retiré d'un litre de bonne bière de Strasbourg, qu'il a analysé, 48gr,5 de matières solides contenant 0gr,81 d'azote.

La quantité d'alcool contenue dans les divers vins, dans les cidres, les poirés et les bières a été recherchée par plusieurs chimistes. Voici un des tableaux qu'on a établis d'après ces recherches, et qui donne la quantité d'alcool absolu contenue dans ces boissons :

Vins.	Alcool.	Vins.	Alcool.
Porto et Madère	20	Rhin	11 à 11,9
Bagnouls, Xerès, Lacryma Christi	17	Gisbourg et Leoville	9,1
Grenache, Madère vieux	16	Laroze-Kirwan	9,8
Jurançon, blanc	15,2	Cantenac	9,2
— rouge	13,7	Saint-Estèphe	9,7
Lunel	13,7	Volnay	11
Saint-Georges, Malaga, Chypre	15,0	Mâcon	10
Vauvert	13,3	Champagne mousseux	10 à 11,7
Frontignan	11,8	Châtillon	7,5
Ermitage blanc	15,5	Verrières	6,2
Côte-rôtie	11,3	Vin détaillé à Paris	8,4 à 8,8
Sauterne blanc	15	Vin de lie	7,6
Blaye	10,3	Cidre	4,9 à 9,1
Saint-Émilion	9,2	Poiré	6,7
Châteaux Laffitte et Margaux	8,7	Ale d'Édimbourg	5,7
Château Latour	9,3	— de Burton	8,2
Beaune blanc	12,2	Porter de Londres	3,9 à 4,5
Barzac 1er cru, blanc	14,7	Petite bière du porter	1,2
— 2e —	12,6	Bière de Strasbourg	3,5 à 4,5
Cher	8,7	Bière de Lille rouge et blanche	2,9 à 3,0
Pondenzac blanc 1er cru	13,7	Bière de Paris	2,[illegible]
Coteaux d'Angers	12,9	Petite bière	1,[illegible]
Saumur	9,9		
Tokai	9,1		

Dans quelques contrées, à défaut du vin et pour le remplacer on prépare des boissons autres que la bière, le cidre et le poiré. En Angleterre on fait une boisson qu'on nomme *gooseberry wine*, vin de groseilles. Pour sa fabrication on ajoute du sucre et un peu d'alcool au jus des fruits; ce vin contient 10,7 pour 100 d'a

cool. Avec les baies du sureau, qui sont très-sucrées, on fait un vin qui, sans addition, contient 8,1 pour 100 d'alcool; en Russie on fabrique une grande quantité d'hydromel, au moyen du miel; cet hydromel contient 6,73 pour 100 d'alcool.

EAUX-DE-VIE ET ALCOOLS.

Toutes les liqueurs sucrées qui ont éprouvé la fermentation vineuse, que ce soient des vins, des cidres, des bières, ou des liqueurs sucrées provenant du jus des betteraves, des dissolutions de mélasses, de sirop de fécule, toutes ces liqueurs donnent par la distillation de l'alcool à des degrés différents, et reçoivent dans le commerce des noms différents selon leur richesse : tout liquide qui contient moins de 60 pour 100 d'alcool est désigné par le nom d'*eau-de-vie :* tous ceux qui en contiennent une plus grande proportion prennent les noms d'*alcool* ou d'*esprit*. Les eaux-de-vie sont à divers degrés, et sont également désignées dans le commerce par des noms particuliers, que voici :

		Cartier.				
Eau-de-vie	preuve de Hollande.	22°,0	ou	58,7	pour 100	d'alcool.
—	preuve de Londres..	21,6	ou	58,0	—	
—	double de Cognac...	20,0	ou	52,5	—	
—	du détail.....	19,0	ou	49,1	—	
—	ordinaire faible.....	18,0	ou	45,5	—	

Les alcools du commerce sont également à divers degrés; en général ceux qui proviennent de la fermentation des betteraves, des mélasses, du sirop de fécule ou de graine, des lies et des marcs de vin, de cidre, de poiré, sont toujours à un degré plus élevé que ceux que donne la distillation des vins : leur rectification est poussée plus loin, afin de les débarrasser le plus possible des autres alcools, qui s'y rencontrent toujours et qui leur communiquent un goût et une odeur désagréables; ces alcools n'entrant en ébullition qu'à une température plus élevée que celle de l'alcool vinique, plus on les rectifie moins il en reste; cependant, en frottant cet alcool dans les mains on y reconnaît assez facilement l'odeur de ces corps étrangers.

Quelque soin que l'on prenne néanmoins, il est presque impossible d'enlever d'une manière absolue ces divers alcools étrangers si en rectifiant l'on n'y ajoute pas quelque réactif qui puisse s'en emparer ou bien en changer la nature : ainsi, après avoir été recti-

fiée sur de la chaux, l'eau-de-vie obtenue par la distillation de la lie de cidre avait perdu son goût nauséabond et avait pris le goût et l'odeur de la pomme de reinette.

Les eaux-de-vie ne doivent pas leur saveur particulière aux alcools étrangers seulement, elles la doivent aussi à certaines huiles essentielles, et cela tient encore à la nature du terrain qui donne aux vins ce qu'on nomme le goût de terroir : les eaux-de-vie que l'on retire de Sellnel en Dauphiné ont le goût et l'odeur de l'iris de Florence, etc.

Ces différences de goût changent beaucoup la valeur des alcools, mais bien plus encore celle des eaux-de-vie : les alcools de Montpellier, qui sont des *esprits-de-vin*, marquant 84°,4 à l'alcoomètre centésimal, se vendent environ 20 fr. plus cher l'hectolitre que les alcools de betterave, de mélasse, etc., bien que ces derniers marquent près de 90° au même alcoomètre. Pour les eaux-de-vie, qui n'ont que de 60 à 65 degrés, la différence est énorme selon leur goût et leur arôme; car tandis que les unes ne se vendent que 140 fr., d'autres, d'un goût supérieur et vieilles, en coûtent 400. Enfin, la différence entre l'esprit-de-vin de Montpellier et l'eau-de-vie de table la moins chère est de près de 50 fr. par hectolitre.

La distillation des vins, des cidres, etc., de leur lie et de leur marc s'opère habituellement dans des usines spéciales; mais souvent des distillateurs ou *brûleurs* ambulants parcourent les campagnes avec leur outillage, qui est portatif, pour distiller ces matières dans les fermes et les métairies. Leur appareil est très-simple ; c'est un alambic semblable à celui dont nous avons donné la figure pour la distillation de l'eau : ils font leur opération en deux fois; la première donne ce qu'ils nomment de la *petite eau*, laquelle n'a que 12 à 14 degrés centésimaux, puis ils la rectifient de manière à en obtenir une à 50 ou 54 degrés au maximum.

Les corps étrangers qui donnent à cette eau-de-vie un mauvais goût pourraient probablement être enlevés en agitant la petite eau avec une faible quantité d'huile, qui les dissoudrait : par le repos l'huile étant remontée à la surface, la décantation la séparerait facilement, et la rectification donnerait certainement une eau-de-vie de meilleure qualité. Nous citerons plus loin un procédé breveté dans lequel on se sert de cette propriété de l'huile.

Pour la fabrication des eaux-de-vie de table ce sont en général les vins blancs que l'on distille, mais pour les alcools on distille les vins rouges comme les blancs. Dans tous les genres d'appareil

dont on se sert, la cucurbite de l'alambic doit être nettoyée avec le plus grand soin avant de commencer une opération, mais surtout lorsque ce sont des appareils discontinus et que l'on chauffe à feu nu : pour cela dès qu'une opération est terminée on fait écouler la *vinasse*, c'est-à-dire le résidu de la distillation, et l'on emplit d'eau la cucurbite par la douille qui est à la partie supérieure; au bout de quelque temps on l'agite avec un écouvillon, puis on la fait sortir pour la remplacer par une autre eau, ce que l'on renouvelle jusqu'à ce que l'eau sorte parfaitement claire. Il faut en outre procéder de temps en temps à un nettoyage plus complet, afin de détacher le dépôt qui se forme peu à peu, et qui est dû à la séparation des divers sels qui se trouvent dans le vin, et principalement au tartrate de chaux : comme cette croûte retient toujours une certaine quantité des matières organiques du vin et ne conduit pas la chaleur, si on la laissait s'épaissir le produit aurait un goût de *feu* ou de *brûlé* beaucoup plus fort que d'ordinaire et la cucurbite serait très-promptement détruite.

Ce goût de feu persiste cependant toujours dans les eaux-de-vie qui ont été distillées à feu nu, mais il est très-faible lorsque l'appareil est en bon état, et avec le temps il disparaît spontanément.

Dans tous les cas, lorsqu'on monte les appareils à distillation il est très-important de veiller à ce qu'il n'y ait aucune fuite aux jointures qui réunissent les différentes parties; sans cette précaution on subirait des pertes considérables. Dans ces appareils très-simples on peut luter tous les joints avec un des divers luts que nous avons eu occasion de décrire, ou tout simplement avec de larges rubans de toile imprégnés de colle de pâte ou de blanc d'œuf. Ces appareils donneraient des produits de meilleure qualité et de très-peu de goût de feu si au lieu de les chauffer à feu nu on pouvait les chauffer à la vapeur; ce changement, facile pour des appareils à demeure, ne serait guère praticable pour ceux que les brûleurs transportent d'un lieu dans un autre.

Il faut aussi observer que l'eau-de-vie doit son arôme à une substance moins volatile que l'alcool, et que si l'on a intérêt à ménager la chaleur pour ne pas volatiliser ces alcools huileux qui n'entrent en ébullition qu'entre + 132 et 200 degrés centigrades, on est cependant obligé de chauffer assez pour que la substance qui donne l'arôme, et qui est moins volatile que l'alcool, puisse distiller en même temps que l'eau-de-vie. Cet arôme provient de la pulpe du fruit, tandis que les huiles essentielles et les alcools peu volatils

qui ont une odeur et une saveur désagréables se trouvent dans le pellicules : aussi M. Aubergier pense-t-il que de même que le vin blanc qui a fermenté sans les pellicules et les pepins donne une eau-de-vie supérieure à celle des vins rouges, on obtiendrait du moût des pommes, des poires, etc., une eau-de-vie de meilleure qualité si l'on dépouillait les fruits de leur enveloppe avant d'en extraire le jus : les eaux-de-vie de grain doivent également en grande partie leur mauvais goût à l'enveloppe du grain.

On ne fabrique pas l'eau-de-vie et l'alcool seulement avec les vins, les cidres ou les poirés, on en fabrique aussi avec les liqueurs fermentées obtenues du sirop de fécule, des jus de canne, de betterave, des mélasses, ainsi que nous l'avons déjà dit. Les fermentations de ces diverses substances ne se font pas toutes avec la même facilité; quelques-unes exigent des précautions particulières : il n'y a que le jus de canne, qui fermente naturellement, et le sirop de fécule, auquel on n'ajoute que la levûre, qui n'aient pas besoin de ces précautions spéciales.

FERMENTATION DES MÉLASSES.

La fermentation des mélasses présente quelques difficultés, qui tiennent à ce que les mélasses sont toujours alcalines, et qu'au bout d'un certain temps la fermentation, si elle a pu commencer, s'arrête bientôt, sans qu'il soit possible de la faire reprendre. On prévient cet accident en ajoutant à la dissolution de mélasse une petite quantité d'acide sulfurique, qui varie selon la quantité de chaux libre que la mélasse contient, mais qui ordinairement est de 1 à 2 pour 100 du poids sur lequel on opère; il faut qu'il y en ait une quantité telle que la dissolution présente une faible réaction acide.

La dissolution de mélasse demande de 2 à 5 $\frac{1}{2}$ fois son poids d'eau, suivant qu'elle est plus ou moins concentrée : cette eau doit être chauffée au moins à + 30° en hiver et à + 25° en été, afin qu'après avoir été mise dans les cuves elle soit à + 20°; la dissolution doit marquer de 8 à 10 degrés au plus à l'aréomètre de Baumé. On a intérêt à faire un liquide à 10° avec les mélasses de betterave, parce qu'il faut évaporer les vinasses, dont on retire de la potasse.

Comme les mélasses lorsqu'elles sont très-concentrées, c'est-à-dire quand elles marquent 45 degrés à l'aréomètre, se dissoudraient difficilement si on les mettait directement dans l'eau, il faut les d

ıyer préalablement dans une chaudière d'une capacité convenable : n chauffe à + 80° une quantité d'eau égale à celle de la mé-ısse qui se trouve dans un tonneau, que l'on défonce d'un côté et etourne au-dessus de la chaudière ; la chaleur et la vapeur rendent lus fluide la mélasse, qui coule alors dans la chaudière. Quand le onneau est vidé, on agite l'eau avec un râble, pour mieux dissoudre a mélasse ; on rince ensuite le tonneau avec de l'eau chaude, qu'on erse dans la chaudière ; on agite de nouveau, puis on monte la lissolution dans les cuves, et l'on y ajoute la quantité d'eau néces-aire pour que cette dissolution soit aux degrés convenables de haleur et de densité.

Pour déterminer la fermentation, on doit ajouter dans les cuves me quantité de levûre de bière de 2 ½ pour 100 du poids de a mélasse en expérience : on délaye cette mélasse parfaitement dans le l'eau tiède, puis on la verse dans la cuve ; on agite avec un âble afin de la répartir également dans la dissolution, et l'on ecouvre la cuve : la fermentation ne tarde pas à se déclarer. Lors-ıu'on craint que la mousse qui se forme ne déborde, on verse lessus une dissolution de savon vert, que décompose l'acide car-onique produit ; les acides gras mis en liberté restant à la surface ont rompre les bulles, et la mousse s'affaisse. Cet usage est très-nauvais, car il introduit dans la dissolution une certaine quantité l'alcali qui nuit certainement à la fermentation si l'on n'a pas mis un xcès sensible d'acide sulfurique, que l'on ajoute toujours, et princi-ıalement quand on opère sur des mélasses de betterave : il vaut nieux remplacer le savon par une quantité correspondante d'huile rasse que l'on bat préalablement avec un peu d'eau.

La capacité des cuves dépend des dimensions des appareils distil-atoires, car le produit d'une cuve doit être distillé dans les vingt-ıuatre heures ; les plus petites contiennent 25 hectolitres.

On reconnaît que la fermentation est à sa fin quand il ne se dégage lus d'acide carbonique ; on peut aussi s'en assurer par la densité du noût, qui a beaucoup diminué, mais qui varie selon la nature de la mélasse ou des matières en fermentation ; les mélasses de bet-terave, qui renferment beaucoup de sels, donnent un liquide vi-neux qui marque encore de 2 à 3 et quelquefois 5 degrés, tandis que ceux provenant de la mélasse de canne et surtout le sirop de fécule ne marquent ordinairement que 0°.

Dans les sucreries des colonies on ajoute aux mélasses brutes le jus des cannes qui ont été avariées par une cause quelconque ;

mais comme ce moût passe facilement à la fermentation visqueuse on prévient cet accident en filtrant le moût sur du noir animal. C'es la fermentation de ces mélasses mêlées au jus de canne qui donn le *rhum;* les mélasses seules donnent le *tafia.*

En Allemagne et dans quelques contrées de l'est de la Franc comme dans les Vosges, on fabrique une autre sorte d'eau-de-vi provenant de la fermentation de merises : c'est le *kirch,* qu'e Allemagne aussi on tire de certaines prunes sauvages. On ôte queues des fruits, qu'on écrase à la main sur des claies placées a dessus des cuves ; on prend ensuite le quart du marc, que l'on pile a de briser les noyaux, qui donnent à cette eau-de-vie son goût spéc d'amande amère : si l'on en mettait davantage, la quantité d'ac cyanhydrique contenue dans l'eau-de-vie serait trop forte et po rait causer des accidents graves ; si l'on en mettait moins, le g ne serait pas assez prononcé. La fermentation se détermine d'e même comme pour le vin, le jus du fruit contenant les princi du ferment.

Dans beaucoup de pays, comme en Angleterre, en Allemagne en d'autres contrées septentrionales, on fabrique l'eau-de-vie ave des grains et des pommes de terre que l'on transforme en matière sucrée au moyen du malt, en chauffant graduellement jusqu'à +75° pendant quatre heures. Les graines sont réduites en farine et les pommes de terre sont seulement cuites d'avance. Le mélange pour la saccharification est composé de 100 de graines moulues ou de pommes de terre et de 15 de malt et 460 d'eau ; si l'on fait deux trempes, après avoir soutiré la première on ajoute moitié autant d'eau, c'est-à-dire 230 d'eau, pour cette seconde trempe, qui se fait à la même température et pendant le même temps : ces deux trempes sont réunies. On y ajoute la levûre pour mettre en fermentation, et l'on distille quand elle est terminée. Le marc contenant encore une petite quantité de matière sucrée, on verse dessus la même quantité d'eau que pour la première trempe ; cette eau soutirée sert pour une nouvelle opération : le marc, égoutté, est un excellent aliment pour les bestiaux.

Dans quelques usines de la Belgique on ne sépare pas le moût du marc, et l'on introduit le tout à l'état pâteux dans les appareils distillatoires munis d'agitateurs qui maintiennent les matières solides en suspension : cette méthode est plus simple, mais elle donne des produits de qualité inférieure, parce que alors les huiles essentielles, qui se trouvent dans les enveloppes des grains, sont en-

raînées avec l'eau et l'alcool pendant la distillation et qu'elles donnent à l'eau-de-vie une saveur et une odeur désagréables : et malgré les agitateurs, si l'on distille à feu nu, l'eau-de-vie a une odeur d'huile empyreumatique. On atténue cet inconvénient en suspendant dans le liquide en distillation un nouet contenant des baies de genièvre, dont l'huile essentielle, très-odorante, distille et corrige en partie les défauts de l'eau-de-vie.

FERMENTATION DU JUS DE BETTERAVE.

Depuis quelques années, dans un certain nombre d'usines, au lieu de retirer le sucre du jus des betteraves, on le fait fermenter pour en retirer de l'alcool ; et pour plus de simplicité l'on fait fermenter les betteraves elles-mêmes après les avoir découpées ou réduites en cossettes en y ajoutant une quantité d'eau convenable. Nous avons vu que pour la fermentation des mélasses de betterave il était nécessaire d'y ajouter une petite quantité d'acide sulfurique ; cette addition est également nécessaire pour la fermentation des jus de betterave, et pour celle des betteraves elles-mêmes : d'après les expériences de M. Dubrunfaut, il faut 1 ½ kilogr. d'acide concentré pour 1,000 litres de jus, mais avant d'ajouter l'acide on l'étend de 10 fois son volume d'eau. Dans ce cas, comme dans le traitement des mélasses, l'addition de l'acide facilite la transformation du sucre cristallisable en glucose.

Le jus de la betterave contient la matière propre à produire un ferment alcoolique ; mais cependant pour les premières fermentations que l'on fait dans une cuve, il est nécessaire d'ajouter de la levûre de bière : pour 150 hectolitres de jus que l'on chauffe à +20 degrés, on emploie 8 kilogr. de levûre, que l'on délaye dans 50 litres d'eau.

Les cuves ont une ouverture, dont on ne lève le couvercle que pour vérifier l'état de la fermentation et ses progrès, soit par la densité du liquide, soit par la quantité d'alcool qu'il donne ; quand la fermentation est terminée, le liquide ne marque que 1° à l'aréomètre de Baumé.

Cette industrie de la distillation des betteraves ou de leur jus, encore nouvelle, et qui doit sa naissance au prix élevé qu'avaient acquis les alcools, a besoin d'être décrite avec quelques détails parce que la fermentation préalable présente, plus qu'aucune autre, des accidents qu'il faut savoir prévenir ou corriger : ainsi il s'y produit

souvent une fermentation nitreuse, ou lactique, ou visqueuse, et quand elle est trop active elle devient franchement acide, et au lieu d'alcool seulement on a un mélange de plus ou de moins d'acide acétique.

Cette industrie a été créée pour ainsi dire par les perfectionnements qu'y a apportés M. Dubrunfaut ; mais ensuite M. Champonnois est parvenu à la rendre plus pratique encore, et c'est sa méthode que nous allons décrire, parce que c'est celle qui est le plus généralement employée.

PROCÉDÉ CHAMPONNOIS.

Les racines sont d'abord parfaitement nettoyées au moyen du laveur mécanique qui a été décrit en parlant de la fabrication de la fécule de pommes de terre, puis elles sont découpées au moyen d'un coupe-racines disposé de telle manière que les rubans de betterave sont coupés en tranches aussi longues que les bandes sont larges : comme il faut beaucoup moins de force pour cette opération que pour la réduction des betteraves en pulpe, deux hommes suffisent pour tourner la manivelle, qu'ils ne font marcher tour à tour que pendant une demi-heure seulement, et ils se reposent ensuite pendant le même temps; ils peuvent ainsi découper 2,250 kilogr. de betteraves en dix heures.

L'extraction du jus s'opère en employant un système nouveau de macération et de déplacement : l'appareil consiste en une cuve dont la capacité totale est de 550 litres; à la partie inférieure se trouve un double fond en tôle percé de trous comme une écumoire; on y introduit les cossettes fraîchement découpées; pour une première opération on y verse 200 litres d'eau bouillante, et après quelque temps une quantité égale; cette eau est en grande partie remplacée dans les opérations suivantes par les vinasses.

On laisse macérer; au bout d'une heure on soutire le liquide, et on le verse dans une autre cuve qui a été remplie de cossettes : après le soutirage on verse dans la première cuve une nouvelle charge de vinasse; on laisse encore macérer pendant une heure, et pendant ce temps une troisième cuve est remplie de cossettes, sur lesquelles on verse le liquide soutiré de la seconde cuve; de sorte que le liquide soutiré de la troisième cuve contient le jus déplacé par ces trois macérations successives et forme 250 litres, qui contiennent la plus grande partie du jus normal; ce liquide est placé dans l'une des trois cuves à fermentation.

Le produit de la seconde macération dans la première cuve est ;galement soutiré pour être versé sur la seconde, et de là sur la troi-ième. Lorsque la seconde macération est terminée dans la pre-nière, on la soutire et l'on verse sur les cossettes une troisième :harge de 200 litres de vinasse, qu'on ne laisse macérer que pen-lant une demi-heure, après laquelle on soutire dans une chaudière :t l'on chauffe presqu'à l'ébullition.

On obtient donc par heure 250 litres de jus sucré au moyen des rois cuves à macération, jus qui est remplacé en grande partie dans es cossettes par la vinasse. Ce jus sucré doit être à la température le + 17 degrés, qu'il a naturellement, puisque la macération dans la ›remière cuve se fait avec les vinasses sortant de l'alambic presque ı + 100°. De là en passant dans la seconde les vinasses n'ont plus que + 45°, et au sortir de la troisième leur température est sensible-nent à 17°.

Chaque cuve à fermentation reçoit les neuf soutirages et contient ıinsi environ 2,500 litres, dans lesquels la fermentation se déter-nine dès la première charge et continue sans interruption. On ıjoute préalablement au liquide deux parties d'acide sulfurique ›tendues de 8 à 10 d'eau pour 1,000 de jus en volume. Afin de ›aire développer la première fermentation on ajoute aux premiers 250 litres de jus 4 kilogr. de levûre de bière que l'on a délayée dans 3 litres de jus; cette levûre suffit pour renouveler le ferment ›endant tout le cours des opérations.

Après vingt-quatre heures on met cette première cuve en commu-ıication avec la seconde, au moyen d'un tuyau qui les réunit par le ›as quand on ouvre le robinet dont il est muni; toutes les cuves peu-'ent être mises en communication de la même manière : le liquide ;e trouve ainsi réparti également dans les deux cuves qui ne con-ıiennent que la moitié du liquide nécessaire, et qu'on achève de 'emplir en y faisant couler très-lentement le produit du nouveau ›outirage, ce qui demande douze heures, pendant lesquelles la fer-mentation continue sans interruption : de cette manière les deux cuves ont achevé leur fermentation en quarante-huit heures : on laisse refroidir la première de ces cuves pendant vingt-quatre heures, après lesquelles on la distille.

Pendant ce temps on met la seconde cuve en communication avec la troisième par leur tuyau commun, et la liqueur fermentée et encore chaude se répartit également entre les deux; on y fait de même arriver, en un mince filet, le liquide provenant du lavage des

cossettes, et la fermentation recommence immédiatement dans ce deux cuves, qui sont remplies aussi au bout de douze heures.

On voit donc qu'en continuant le même roulement pour toutes les cuves on a toujours : 1° une cuve en distillation, 2° une cuve en refroidissement qui doit être distillée le lendemain, 3° une cuve dans laquelle la fermentation est terminée et que l'on répartit par moitié avec une quatrième cuve, que l'on a vidée et dont on a soutiré le liquide pour le distiller.

Après le soutirage du liquide fermenté, on trouve au fond des cuves un dépôt boueux dont le volume est d'environ 30 litres, et qui est composé de l'excès de ferment dont une partie est altérée et des matières insolubles. On enlève ce résidu avec soin pour le distiller, mais en le plaçant dans la seconde chaudière de l'alambic et non dans le réservoir d'où le liquide s'écoule dans la colonne à rectification, parce que les matières solides adhéreraient aux plateaux et aux tubes de communication, qui seraient obstrués au bout de peu de temps; ils n'est pas probable qu'ils pussent donner lieu à la production de produits pyrogénés, cette partie de l'appareil n'étant chauffée, comme on le verra plus loin, que par les vapeurs qui viennent des chaudières. Ce dépôt, qui contient des principes azotés, des matières grasses, des phosphates, etc., est utilisé très-avantageusement : après qu'on en a distillé l'alcool, on le mêle avec les fourrages et les cossettes destinés aux bestiaux, qui n'en éprouvent aucun inconvénient, le ferment que ces matières contiennent, lequel pourrait agir comme purgatif, ayant été transformé par l'ébullition.

Lorsqu'on a enlevé ce dépôt on nettoie et lave avec le plus grand soin la cuve qui le contenait, avant d'y introduire une nouvelle charge. On fait de même pour les cuves à macération, dans lesquelles on ne laisse pas le liquide en contact avec les cossettes pendant la nuit : sans ces précautions il s'établirait certainement une fermentation visqueuse.

M. Champonnois évite les fermentations visqueuse, acétique et lactique, en modifiant de la manière suivante la méthode de macération et en simplifiant les appareils et les opérations. L'épuisement se fait dans un seul cuvier; la macération exige un volume double d'eau pour la première opération, et de vinasse pour les suivantes; le liquide n'est chauffé qu'à + 70°. Comme la vinasse qui sort de l'alambic est à + 100°, on la fait passer dans des tubes réfrigérants interposés entre le chauffe-vin et le dernier réfrigérant de l'alambic

bic, dans lequel l'alcool doit achever de se condenser : on diminue ainsi une partie de la dépense en combustible.

DISTILLATION.

Avec le simple alambic que nous avons décrit, on peut séparer l'alcool qui est contenu dans les liqueurs ayant éprouvé la fermentation vineuse ; mais dans l'industrie de la distillation en grand il était nécessaire de modifier cet appareil de manière à ce que l'on pût recueillir tout l'alcool en l'obtenant cependant du premier coup à un degré convenable pour être immédiatement livré au commerce ; ce qui ne peut se faire par l'alambic primitif, car pour extraire du liquide les dernières traces d'alcool il est nécessaire de prolonger l'ébullition jusqu'à ce que la température dans la cucurbite soit élevée à + 100°. On conçoit qu'alors il passe une grande quantité de vapeur d'eau mêlée avec celle de l'alcool, ce qui oblige les brûleurs ambulants de faire deux distillations successives, ainsi que nous l'avons dit. Il était donc nécessaire de trouver le moyen de condenser la vapeur d'eau tout en laissant passer celle de l'alcool : Argand obtint le premier ce résultat : en changeant seulement la disposition du serpentin condensateur qui recevait la vapeur par en haut, et le plaçant au-dessus de l'alambic, la vapeur d'eau condensée retombait constamment dans la cucurbite, et l'alcool seul pouvait être recueilli, au moyen d'un second serpentin, disposé à côté du premier ; tel fut le premier des perfectionnements successifs apportés à cette industrie ; mais par cette disposition on ne pouvait cependant pas obtenir de l'alcool à un degré très-élevé, à moins de fractionner les produits.

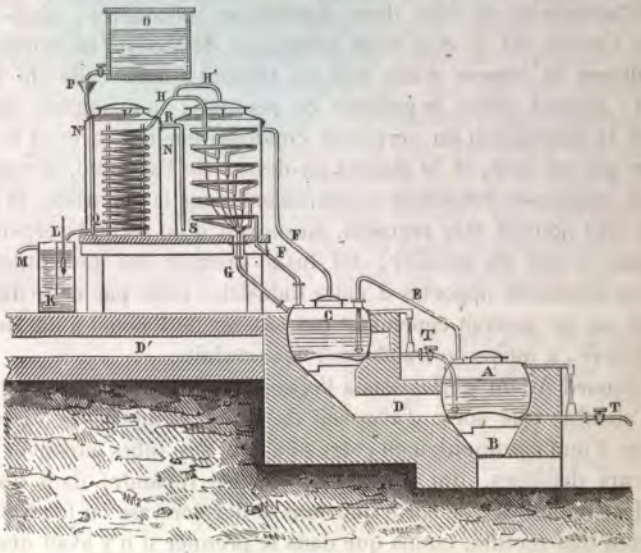
Édouard Adam perfectionna l'opération en adaptant à la suite de l'alambic une sorte d'appareil de Woulf composé de vases en forme d'œuf communiquant entre eux par des tubes amenant les vapeurs distillées, qui pouvaient ainsi se répandre dans les liquides condensés : de sorte que dans le dernier vase on trouvait de l'alcool très-rectifié, tandis que dans le premier il n'y avait que de l'eau à peine alcoolisée ; on faisait passer successivement ces eaux de l'un dans l'autre de ces vases au moyen de tuyaux partant du fond de chacun d'eux et munis de robinets.

Mais ce système, bien que supérieur, était encore intermittent ; Cellier Blumenthal imagina alors un système continu en se servant de la liqueur vineuse elle-même pour condenser les vapeurs

alcooliques, laquelle, déjà échauffée par cette condensation, retombait sans cesse dans l'alambic, et diminuait ainsi la dépense de combustible. Cependant la disposition laissait encore à désirer, parce que la vinasse en s'écoulant sans interruption retenait une petite proportion d'alcool, qui était perdue. Derosne a corrigé ce défaut en adoptant une modification par suite de laquelle quoique l'écoulement de la liqueur vineuse soit continu, celui de la vinasse néanmoins est intermittent : quand cette vinasse est presque épuisée, elle passe dans une chaudière qui est chauffée directement et dans laquelle elle est laissée en ébullition pendant environ une heure, ce qui suffit pour achever de l'épuiser.

APPAREILS DE DISTILLATION CONTINUE.

Le plus simple de ces appareils est celui qui a été imaginé par M. Laugier (*fig.* 652). Il est composé de deux chaudières, A et C,



(Fig. 652.)

dans lesquelles on chauffe les vinasses; la chaudière A est posée sur le foyer B, la chaudière C est chauffée par l'air chaud qui vient du foyer par le rampant DD de la cheminée. La vapeur produite dans la première passe dans la seconde par le tuyau E, qui est terminé par une pomme d'arrosoir et plonge presque au fond du liquide,

dans lequel la vapeur se condense en contribuant à élever la température de la vinasse : le tube F fait arriver dans la chaudière C le vin échauffé par son passage dans les deux réfrigérants des serpentins : on en règle le courant à volonté : les vapeurs produites dans la chaudière C passent dans le serpentin J par le tube F ; chaque tronçon porte à sa partie la plus déclive un petit tube qui communique avec le tube G par lequel le liquide condensé retombe dans la chaudière C. Un troisième tube, H, conduit dans le second serpentin, J', les vapeurs alcooliques non condensées dans le premier : ce second serpentin doit condenser toutes les vapeurs ; le liquide coule de ce serpentin dans une éprouvette K munie d'une cloison L et d'un trop-plein M par lequel l'eau-de-vie s'écoule directement dans un tonneau. Un alcoomètre est constamment plongé dans le liquide distillé, et permet d'en vérifier à chaque instant le degré.

Les deux serpentins sont placés dans des refrigérants N et N' parfaitement clos, communiquant ensemble; le réfrigérant du serpentin J' reçoit d'un réservoir O un courant constant de la liqueur vineuse, qui coule par un entonnoir P et un tube PQ au fond de ce réfrigérant, d'où il passe par le tube RS, servant de trop-plein, dans le refrigérant N, et le liquide, échauffé plus fortement, s'écoule de là dans la chaudière C par le tube F.

Un tube H' partant du sommet du réfrigérant J et soudé au tube H du serpentin J' y conduit les vapeurs alcooliques qui se dégagent du réfrigérant N.

Le robinet adapté au réservoir O est muni d'un flotteur, qui établit la constance du courant de vin destiné à la condensation des vapeurs ; on règle d'ailleurs ce courant d'après le degré que marque l'alcool recueilli dans l'éprouvette K : si le degré est trop élevé, on active le courant ; s'il est trop faible, on le ralentit. Lorsque la vinasse contenue dans la chaudière A est épuisée, on vide cette chaudière en ouvrant le robinet du tuyau de décharge T.

Les deux chaudières sont munies de tubes indicateurs en verre, qui permettent de vérifier la hauteur du liquide dans chacune d'elles : sur le tube de la chaudière est tracée, à la partie inférieure, une première marque, dont la hauteur correspond au niveau supérieur de la pomme d'arrosoir par laquelle pénètre la vapeur produite dans la chaudière A. Les deux tubes indicateurs portent à la partie supérieure une marque qui correspond au niveau que doit atteindre le liquide pour que ces chaudières soient emplies aux trois quarts : ces deux chaudières sont d'ailleurs d'égale capacité.

Lorsqu'on veut commencer une opération on ouvre le robinet du reservoir O; le vin coule dans le réfrigérant du serpentin J', et de là dans celui du rectificateur, puis par le tube F dans la chaudière C, qui communique avec la chaudière A par un tuyau T' dont on ouvre le robinet et par lequel cette chaudière reçoit le vin.

Quand la chaudière A est emplie aux trois quarts on ferme ce robinet, pour laisser monter le vin dans la chaudière C jusqu'au niveau supérieur de la pomme d'arrosoir. On ferme alors le robinet du réservoir O pour faire cesser l'écoulement du vin, et l'on chauffe la chaudière A : on continue à faire bouillir le vin qu'elle contient jusqu'à ce que le tube indicateur montre que son volume est réduit au quart ou au tiers de son volume primitif.

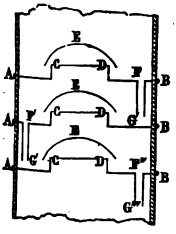
La vapeur produite par cette ébullition s'est condensée en partie dans la chaudière C; ce qui s'est condensé dans le rectificateur retombe dans cette chaudière par le tube F.

Lorsque le vin de la chaudière A a subi la réduction que nous venons d'indiquer, laquelle varie selon sa richesse alcoolique, on ouvre le robinet de décharge pour faire écouler la vinasse, puis on le ferme et l'on ouvre celui qui met les deux chaudières en communication, de sorte que le vin et les liquides provenant de la condensation des vapeurs que contenait la chaudière C passent en A, qui se remplit au même niveau que par le premier chargement. On ouvre alors le robinet du réservoir O, que l'on ne doit plus fermer tant que l'on veut faire fonctionner l'appareil, mais dont on règle seulement l'ouverture de sorte que la vinasse que l'on tire de la chaudière A ne contienne plus d'alcool. Dans ce but on doit l'examiner avec soin par l'expérience : on prend 1 litre de cette vinasse, que l'on chauffe dans un petit alambic de manière à ne recueillir que $\frac{1}{2}$ décilitre dans une éprouvette, que l'on refroidit au moyen d'eau de puits afin d'abaisser sa température à + 15°; on y plonge alors un alcoomètre très-sensible, qui indique si la vinasse contient de l'alcool et en quelle proportion, en divisant le degré obtenu par vingt, puisque l'on n'a recueilli que le vingtième de la liqueur. Si la vinasse en contient un peu, il faut ralentir l'écoulement du vin : on agit comme il vient d'être dit, et l'on modère le feu lorsqu'on veut obtenir de l'alcool d'un degré plus élevé, ce qui a l'inconvénient de ralentir l'opération : aussi vaut-il mieux augmenter la surface du rectificateur; cependant, si l'on ne soutenait pas régulièrement le feu et si l'ébullition était ainsi plus active dans un mo-

ment que dans un autre, on n'obtiendrait pas un alcool d'un degré constant.

L'appareil Laugier que nous venons de décrire serait insuffisant pour une exploitation sur une grande échelle, comme lorsqu'il s'agit de distiller les jus fermentés obtenus de la betterave ou des grains; car dans de telles usines on distille au moins 500 et souvent jusqu'à 1,200 hectolitres de liquide par vingt-quatre heures. Pour suffire à une distillation aussi considérable, M. Derosne avait adopté le système de Cellier Blumenthal en le perfectionnant, puis enfin par M. Dubrunfaut de nouveaux et importants perfectionnements y ont été faits.

Dans tous les appareils de ce genre la séparation de la vapeur de l'alcool s'opère en grande partie dans une colonne d'une grande hauteur divisée du bas au haut par des diaphragmes dont la disposition varie beaucoup. En France, en général, chacun d'eux se compose d'une rondelle (*fig.* 653) AB percée au centre d'une ouverture CD dont le diamètre est au moins le tiers de celui de la rondelle; les bords de cette rondelle sont relevés, et au-dessus se trouve une cloche E en forme de capsule, dont le diamètre est un peu plus grand et qui ne repose sur l'ouverture que par quatre ou cinq supports afin de laisser le passage libre pour les vapeurs; une autre ouverture F, pratiquée à l'un des bords de la rondelle, est munie d'un tube FG par lequel le liquide condensé peut retomber dans la rondelle placée au-dessous, dont le tube F'G' est toujours placé à l'autre extrémité du diamètre, de telle sorte qu'ils sont placés alternativement à droite et à gauche de la colonne.



(Fig. 653.)

Ces colonnes de rectification sont en général en cuivre; mais dans les colonies anglaises on se sert souvent de l'appareil de Robison, dans lequel la colonne, dont la section est un parallélogramme rectangle est en madriers de bois d'une épaisseur de 66 millimètres; la section a 76 centimètres sur 36; la hauteur de la colonne est d'environ 5 $\frac{1}{2}$ mètres. Un serpentin est placé dans la partie supérieure, dont il occupe 1 $\frac{1}{2}$ mètre; les replis de ce serpentin, qu est composé de plaques soudées de manière à former un tuyau plat replié sur lui-même, occupent presque entièrement la section de la colonne; il ressemble ainsi par sa construction comme tuyau plat à celui qui sert de rafraîchisseur dans les brasseries.

Un des plis ressort de la colonne ; le coude se démonte et l'on peut facilement en opérer le nettoyage. Nous verrons des appareils semblables quand nous parlerons des appareils anglais. La colonne est toute séparée par des plaques de cuivre percées de trous de 6 millimètres de diamètre ; il y en a 34 dans toute la hauteur, et ces plaques, également distantes les unes des autres, sont écartées de 16 centimètres. Une caisse qui surmonte la colonne et est divisée en deux compartiments reçoit dans l'un le vesou fermenté qui coule dans le serpentin de la colonne et qui contribue à refroidir et condenser les vapeurs ; l'autre compartiment reçoit de l'eau, qui se rend par un tuyau à la partie inférieure d'un serpentin latéral condensateur de l'alcool, et qui, par un autre tuyau, servant de trop-plein, arrive dans une chaudière destinée à fournir la vapeur qui doit opérer la séparation de l'alcool.

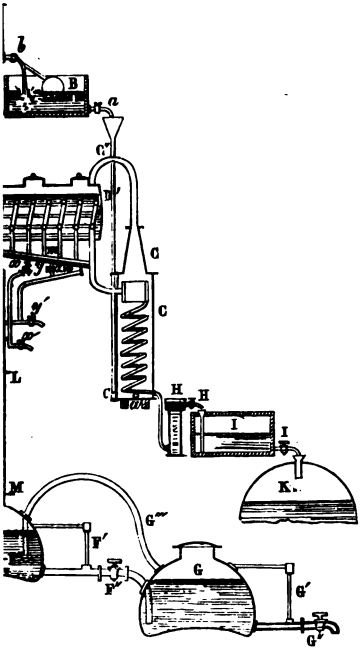
On voit que dans cet appareil la vinasse qui s'écoule sans intermittence de la colonne de réctification peut et doit même retenir une certaine quantité d'alcool, qui se trouverait perdue si on ne la recueillait pour la soumettre à une nouvelle distillation dans un appareil à chaudière, qui donne nécessairement des produits d'une qualité inférieure, mais qui sont encore d'une certaine valeur.

L'appareil de Derosne qui est le premier perfectionnement de celui de Cellier Blumenthal en diffère, ainsi que nous l'avons dit, en ce que bien que la distillation soit continue l'évacuation de la vinasse est intermittente, ce qui permet de l'épuiser entièrement. Cet appareil offre d'ailleurs une économie notable de combustible sur les anciens systèmes, et permet d'obtenir par une seule distillation des produits assez riches pour être vendus comme alcools sans exiger une nouvelle opération. Quoique depuis il ait été lui-même modifié pour satisfaire aux exigences de la distillation des jus de betterave, des liqueurs fermentées obtenues des grains ou de la fécule, etc., qui souvent donnent des produits infects, nous devons décrire celui de Derosne, qui est encore employé dans beaucoup d'usines, et qui d'ailleurs suffit parfaitement pour la distillation des vins dont on veut tirer de l'alcool.

Cet appareil est à colonne ; il est composé d'une première chaudière, chauffée directement par le foyer, et d'une seconde, chauffée par l'air chaud qui suit le rampant qui conduit les fumées dans la cheminée, comme dans l'appareil Laugier ; la colonne est un premier rectificateur, dont les vapeurs passent dans un serpentin horizontal pouvant servir de rectificateur ou de con-

seulement, selon le degré alcoolique qu'on veut obtenir : t avoir de l'eau-de-vie, il n'est que condensateur; mais si lcool d'un degré plus ou moins élevé qu'on veut obtenir, rme un portion plus ou moins considérable de ce ser- rectificateur. Les vapeurs qui ne s'y sont pas condensées ısuite dans un autre serpentin vertical, où la condensation

:he de l'appareil est d'ailleurs très-simple; un réservoir A (*fig.* 654) est alimenté par une pompe qui y fait monter le vin; un robinet à flotteur *b* le fait couler dans un réservoir B, où le niveau est constant; un robinet *a* le verse dans un entonnoir disposé au sommet d'un tube qui conduit le vin du bas du réfrigérant C au serpentin vertical, d'où il remonte par le tuyau *c'c''* dans celui du réfrigérant D du serpentin horizontal D, et en sort par le tube D'D'' pour être versé dans la colonne qui est au-dessus de la chaudière F. Cette chaudière est munie d'un tube F', qui permet de vérifier le niveau du liquide; celle-ci est



(Fig. 654.)

ıar la fumée et l'air chaud venant du foyer, et de plus ɜur produite par l'ébullition de la vinasse chauffée directe- e foyer, dans la chaudière G, également pourvue d'un tube teur du niveau du liquide dans cette même chaudière. La amenée dans la chaudière F par un tuyau G''' terminé en ne pomme d'arrosoir arrivant à 1 décimètre du fond. On marche des chaudières comme dans l'appareil Laugier;

c'est-à-dire que quand la vinasse a été réduite au point de ne plus contenir d'alcool dans la chaudière G, on ouvre le robinet de vidange G″ jusqu'à ce que la vinasse soit entièrement écoulée, puis on le ferme et l'on ouvre le robinet F″ qui fait passer dans la chaudière G le liquide accumulé dans la chaudière F. Lorsque la chaudière G est suffisamment remplie, ce que l'on reconnaît par le tube indicateur G′, on ferme le robinet F″ de la chaudière F, dans laquelle la vapeur produite en G arrive par le tuyau G‴ et la pomme d'arrosoir F‴.

La vapeur aqueuse et alcoolique produite dans la chaudière F monte dans la colonne de rectification, séparée en deux compartiments, dont celui du bas occupe les deux tiers, et contient dix couples de calottes mobiles présentant alternativement leur partie concave en haut et en bas : à la surface de la calotte supérieure sont soudés des fils de cuivre par lesquels le liquide qui s'y condense coule goutte à goutte dans la calotte inférieure : le tiers supérieur de la colonne étant divisé en six compartiments disposés comme l'indique la figure 653, les vapeurs non encore condensées sont forcées en passant de l'un dans l'autre de traverser le liquide qu'ils contiennent et où s'opère encore une condensation ; les vapeurs plus alcooliques sortent de la colonne par le tuyau N, qui les porte dans le serpentin horizontal plongé dans le réfrigérant D, D′, D″, où circule le vin presque froid qui s'en écoule sans interruption dans la partie inférieure de la colonne par le tube D′ D‴, et de là dans la chaudière F, qu'il alimente sans cesse.

A chaque spire du serpentin horizontal est soudé un tube par lequel le liquide qui s'y est condensé peut s'écouler dans un plus gros tube *m* légèrement incliné vers le serpentin vertical *c*, *c′* avec lequel il communique ; ce tube porte à sa partie inférieure des tubes munis de robinets, *x*, *y*, *z*, qui permettent de faire retourner à volonté dans la colonne de rectification les portions d'alcool que l'on trouve trop faibles ; si l'on ne veut que de l'eau-de-vie, ces trois robinets sont fermés, et le liquide condensé passe en entier dans le serpentin condensateur *cc′*, d'où l'alcool ou l'eau-de-vie passe dans l'éprouvette H, munie d'un trop-plein à robinet H′ par lequel le liquide arrive dans le récipient clos I, dont on ouvre le robinet I′ pour le recevoir dans les tonneaux K.

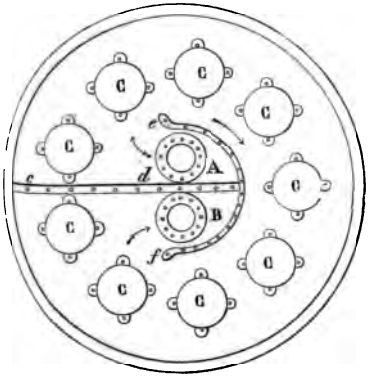
Le robinet *x* du tuyau *x x′* permet de vérifier le degré de l'eau-de-vie condensée dans les premiers spires du serpentin horizontal ; le tuyau *y*, *y′* a de même un robinet qui sert aussi à vérifier le degré du liquide qui s'écoule par les robinets *y* et *z*. On vérifie aussi

de temps en temps le degré de l'alcool qui passe dans l'éprouvette H.

Le serpentin vertical C, C′ est plongé dans son réfrigérant, qui reçoit le vin du réservoir B par le tube vertical *a* surmonté d'un entonnoir et qui arrive en *a′* au bas du réfrigérant; il remonte par C′, C″ dans celui du serpentin horizontal pour arriver dans la colonne de rectification et de là dans la chaudière F. Comme on le voit, le liquide à distiller va des réservoirs A et B dans la chaudière F en parcourant tout le système en sens inverse du courant des vapeurs provenant de la distillation : il en est de même dans l'appareil Laugier, dans celui de Robison et dans tous ceux dont nous aurons encore à parler.

L'apparell de Derosne a été perfectionné parlui et par M. Dubrunfaut : les chaudières étant chauffées comme celles des sucreries par la vapeur, on n'a plus à craindre la formation de produits empyreumatiques, et la colonne ayant 80 centimètres ou même 1 mètre de diamètre, on peut distiller en vingt-quatre heures 500 hectolitres de liqueur fermentée avec la première, et jusqu'à 1200 avec la seconde, ce qui donne 40 et 96 hectolitres d'eau-de-vie à 49 degrés de l'alcoomètre, ou bien 20 et 48 hectolitres d'alcool rectifié à 94 degrés.

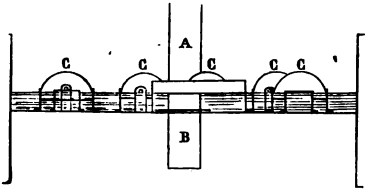
Dans cet appareil, où il n'y a pas de serpentin horizontal, un serpentin vertical sert à la rectification si l'on veut seulement de l'eau-de-vie, et si l'on veut de l'alcool il y en a deux semblables, dont les réfrigérants reçoivent la liqueur fermentée, qui suivant la marche ordinaire retombe dans la colonne; les vapeurs non condensées dans les serpentins rectificateurs passent dans le serpentin condensateur, qui a son réfrigérant alimenté par de l'eau.



(Fig. 655.)

La colonne est composée de dix tronçons contenant dix-huit plateaux; chacun d'eux est percé de onze trous, dont l'un B (*fig.* 655), presque au centre, faisant l'office de trop-plein, est garni d'un tuyau qui surmonte le fond du plateau de 1 ½ centimètre; ce tuyau descend à la même distance du fond du plateau situé immédiatement au-dessous, sur lequel il verse le liquide dépassant son niveau supérieur : en

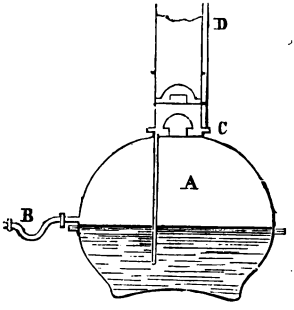
regard de ce tuyau arrive celui A, qui vient du plateau situé immédiatement au-dessus : autour de ces deux tuyaux sont disposées neuf capsules renversées C, C au-dessus d'un même nombre d'ouvertures munies d'un rebord de 1 ½ centimètre ; la vapeur qui passe par ces ouvertures est ainsi forcée de barboter dans une grande quantité de liquide, auquel elle abandonne successivement les vapeurs les plus facilement condensables. Le liquide tombant d'un plateau sur celui qui est au-dessous de lui est forcé de circuler par un diaphragme *c d e f* partant d'un des bords du plateau en suivant la direction d'un rayon et passant entre le tuyau par lequel arrive le liquide et celui par lequel il s'écoule ; cette partie droite du diaphragme est réunie à une autre partie, qui est en forme de fer à cheval et qui force ainsi le liquide arrivant à faire le tour du plateau pour venir au tuyau par lequel il doit s'écouler en circulant comme l'indiquent les flèches et tomber sur le plateau situé au-dessous par le tuyau B. La figure 656 présente la coupe d'un plateau ; les mêmes lettres se correspondent dans les deux figures.



(Fig. 656.)

Les grandes dimensions de cet appareil ont été nécessitées par l'industrie de la distillation des jus de betterave après leur fermentation. M. Champonnois, à qui cette industrie doit tant de perfectionnements, a modifié d'une manière très-avantageuse la la partie supérieure de la colonne de rectification ; nous donnerons plus loin un aperçu général de cette industrie.

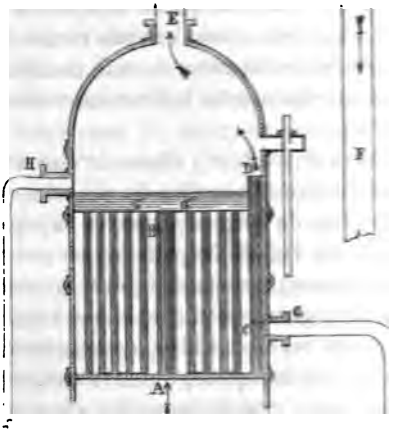
L'appareil consiste en une chaudière A d'une forme particulière (*fig.* 657), dont le fond est bombé en dedans et la moitié inférieure, qui est au-dessus du foyer, est légèrement conique : ces dispositions favorisent le chauffage par le rayonnement et évitent en partie les dépôts qui s'altéreraient par l'action directe du feu : il serait certainement préférable de la chauffer par de la vapeur, comme le sont celles dont nous avons parlé précédemment. Le tube C qui sert de trop-plein au diaphragme inférieur plonge



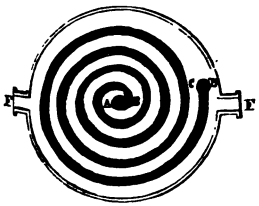
(Fig. 657.)

à quelques centimètres du fond de la chaudière, sur un des côtés de laquelle est disposé un tube trop-plein, siphon B, par lequel la vinasse s'écoule et passe dans un réfrigérant avant de se rendre dans les cuves, où elle sert à la macération d'une nouvelle quantité de cossettes : trois tiges, D E, servent à resserrer les tronçons de la colonne.

A la partie supérieure de cette colonne, les diaphragmes sont remplacés par le nouveau système de M. Champonnois *fig.* 658 et 659, qui consiste en un serpentin vertical, AB CD, formé par un tuyau plat en spirale, dans lequel arrive la vapeur qui ne s'est pas condensée dans le reste de la colonne ; cette vapeur y pénètre par le tube AB et ressort par l'autre, CD ; elle parvient ainsi à la partie supérieure, et de là se rend dans le tube EF, qui la conduit au condensateur. La liqueur à distiller, après avoir servi à condenser les vapeurs, remonte du réfrigérant chauffe-vin par le tube G, et circule entre les séparations des contours de la spirale, qu'elle refroidit en condensant une nouvelle quantité de vapeurs aqueuses ; la liqueur échauffée remonte en G et G'', et s'écoule par le tube H, pour retomber par le tuyau sur le quatrième diaphragme de la colonne.



(Fig. 658.)



(Fig. 659.)

Dans cet appareil, le condensateur n'est pas un serpentin ordinaire c'est un double cylindre, dans lequel les vapeurs sont en contact avec toutes les parois, incessamment refroidies par le courant de la liqueur à distiller qui arrive d'un réservoir supérieur ; de même que dans les réfrigérants des serpentins, ces vapeurs y sont plus facilement condensées.

En Angleterre, où la distillation de l'alcool se fait sur de si grandes quantités, pour suffire à la consommation et à l'exportation les fabricants ont construit des appareils de dimensions énormes, qui sont tous fondés sur les principes que nous avons décrits : au lieu d'une colonne de rectification il y en a deux ; ces colonnes sont construites d'après le système de Robison, dont nous avons parlé, et sur lequel nous ne reviendrons pas ; mais le condensateur est d'une forme particulière et plus propre à refroidir et à condenser les vapeurs alcooliques que tous ceux dont il a été question. C'est une caisse en cuivre ayant deux doubles fonds, communiquant ensemble par 200 tubes de 3 centimètres de diamètre, entre lesquels circule un courant d'eau constant ; l'alcool condensé passe dans le deuxième double fond, d'où il tombe dans une éprouvette à déversement dans laquelle est plongé un aréomètre.

Les deux colonnes ont 13 mètres de hauteur ; elles sont disposées à côté l'une de l'autre au même niveau : la section de ces colonnes est un parallélogramme de 6 mètres de long sur 4 mètres de large. La première est garnie du haut en bas de 38 plateaux en cuivre percés de trous comme une écumoire ; ces plateaux ont la même largeur que la colonne, mais leur longueur est moindre de 10 centimètres, et ils laissent alternativement cet espace libre les uns à droite, les autres à gauche, de telle sorte que le liquide, qui arrive du serpentin de l'autre colonne en assez grande quantité pour que les trous ne suffisent pas à son écoulement total, tombe en cascade d'un plateau sur celui qui est au-dessous.

Entre le fond inférieur de cette colonne et le dernier plateau débouche un tuyau venant d'un générateur. Chacun des plateaux est percé au centre d'un trou d'homme, que l'on bouche hermétiquement pendant les opérations et qui sert à les nettoyer facilement.

La vapeur alcoolique mêlée de vapeur aqueuse produite dans la première colonne descend par un tube en S au fond de l'enveloppe contenant le serpentin de la seconde colonne qui sert de rectificateur ; ce serpentin est aussi formé par un tuyau plat, dont les doubles coudes sont à bride d'un côté seulement et sortent de la colonne, de sorte qu'en les démontant le nettoyage s'opère aussi facilement que dans le serpentin condensateur du même genre qui se trouve dans l'appareil de M. Champonnois.

La vapeur qui se condense en échauffant le vin du serpentin contient non-seulement de l'eau, mais aussi une certaine quantité

d'alcool; ce liquide, qui est de l'alcool faible, que l'on nomme en général *flegme*, s'écoule continuellement dans un réservoir particulier, d'où une pompe le retire pour le verser sur le plateau supérieur de la première colonne.

Dans quelques usines le liquide venant du serpentin ne se rend pas directement dans la première colonne ; le tube par lequel il remonte arrive au fond d'un vase carré séparé en compartiments par des cloisons partielles, qui le forcent à prendre un mouvement de circulation et favorisent ainsi la mise en vapeurs des liquides les plus volatils, qui ont des odeurs désagréables et passent par un tube disposé au centre de la partie supérieure de cet appareil : ce tube les conduit dans un réfrigérant tubulaire, dans lequel elles se condensent : ce n'est qu'après avoir circulé dans ce réfrigérant que le vin arrive dans la première colonne et tombe sur le plateau supérieur.

Ces énormes appareils imaginés en Angleterre sont aussi employés en Belgique : ils offrent il est vrai de grands avantages, car ils coûtent relativement beaucoup moins que ceux dont on se sert en France. En effet, ces appareils coûtent environ cent mille francs, mais ils peuvent produire 264 hectolitres d'eau-de-vie à 58 degrés centésimaux en vingt-quatre heures; les appareils français coûtent 24,000 francs, c'est-à-dire le quart du prix des appareils anglais, mais ils ne produisent en vingt-quatre heures que 30 hectolitres d'eau-de-vie, qui ne marque que 22 degrés centésimaux, c'est-à-dire qu'ils produisent neuf fois moins, et que leur produit est à un degré inférieur. De plus, les appareils anglais offrent une économie notable de combustible.

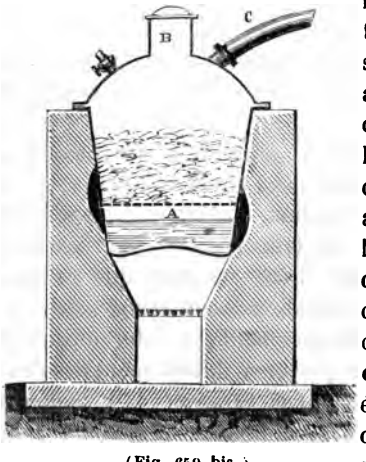
Lorsqu'on a à distiller des matières plus ou moins pâteuses, comme cela a lieu en Belgique pour l'eau-de-vie de grain, il est évident que pour rendre la distillation continue les appareils doivent être modifiés et disposés de telle manière que les nettoyages puissent se faire facilement ; il faut en outre que les matières solides qui forment la pâte liquide puissent rester constamment en suspension. Quant au mode de chauffage, celui qui se fait directement au feu ne peut donner que bien difficilement des produits passables : aussi doit-on dans ce cas se servir de chaudières soit à double fond, soit pourvues de serpentins dans lesquels la vapeur arrive sous pression, ou même faire passer un courant direct de vapeur à travers la matière contenue dans la première chaudière. Ces chaudières doivent encore être munies de soupapes de sûreté,

car il arrive quelquefois que les tubes sont bouchés par les dépôts de la matière en suspension.

M. Cail a construit un appareil qui réunit toutes ces qualités : les chauffe-vin dans lesquels arrive successivement la matière sont pourvus d'agitateurs, dont le mouvement continu maintient les matières en suspension : c'est la seule addition qu'il a été nécessaire d'ajouter aux ingénieux appareils de cet habile constructeur, qui n'a pas omis les soupapes de sûreté aux chaudières, dont la première est munie en outre à sa partie supérieure d'un tuyau à robinet par lequel on peut vérifier si la vinasse contient encore de l'alcool, et d'un robinet de vidange pour faire écouler la vinasse quand elle est épuisée.

DISTILLATION DES MARCS DE RAISIN, DE POMME, DE POIRE, ET DES LIES.

La distillation de ces matières devrait toujours être faite au fur et à mesure de la consommation des résidus par les bestiaux ; mais dans la plupart des campagnes elle est faite par des distillateurs ambulants, qui vont d'une ferme ou d'une métairie à une autre ; l'appareil est un alambic simple ordinaire (*fig.* 659 bis), seulement il est muni d'un faux fond, A, percé de très-petits trous, qui empêchent les matières solides de descendre et d'être ainsi exposées à l'action directe du feu ; ce faux fond est maintenu horizontalement à 30 centimètres du fond ; la calotte de l'alambic a au centre un trou d'homme, B, par lequel, après avoir fait couler au-dessous du faux fond la quantité d'eau nécessaire à la distillation, on peut introduire la matière et ensuite l'enlever quand elle est épuisée : le col de la cucurbite, C, qui se rend au serpentin, est un peu incliné du serpentin à l'alambic, de sorte que les vapeurs plus aqueuses qui s'y condensent y retombent naturellement.



(Fig. 659 bis.)

Le produit de cette distillation est en général peu riche en alcool, et doit être distillé une seconde fois pour en faire de l'eau-de-vie; mais cette eau-de-vie a un goût très-désagréable, auquel cependant il paraît qu'on s'habitue au point de la trouver supérieure, puisque les ouvriers et les habitants des campagnes la préfèrent, et que même dans Paris on la voit depuis quelque temps affichée chez les débitants de boissons.

La distillation des lies de vin, de cidre, etc., donne des produits plus impurs que celle des marcs, car on ne peut pas y employer de double fond percé de trous; pour éviter d'avoir des produits de si mauvaise qualité, il faut donc distiller ces lies dans des appareils à double fond ou par un courant de vapeur.

FABRICATION DE L'ALCOOL AVEC LES MÉLASSES ET LES BETTERAVES.

Depuis longtemps on transforme en alcool les mélasses de betterave, qui sont tellement chargées de sels en général, qu'il serait difficile d'en faire une meilleure application ; c'est donc toujours une opération avantageuse quand elle est conduite convenablement. La fabrication de l'alcool avec le jus de betterave n'est pas dans le même cas ; tentée avant 1845, elle n'a pas alors donné de résultats avantageux, en raison du bas prix de l'alcool et des bénéfices plus grands que donnait l'extraction du sucre ; mais depuis cette époque l'augmentation du prix de l'alcool et celle de l'impôt sur le sucre ont changé les conditions de cette industrie, que les procédés imaginés par M. Champonnois ont rendue plus facile, plus sûre dans son exécution et plus économique.

La fermentation des mélasses de betterave et la distillation ont fait créer une nouvelle industrie par M. Dubrunfaut, qui a retiré économiquement les sels restant dans les vinasses, ce qui verse dans le commerce près de 5,000,000 de kilogr. de salin de potasse, que l'on raffine pour en extraire le sulfate de potasse, le chlorure de potassium, et ce qui donne en définitive la belle potasse connue sous le nom de potasse du Nord.

La fermentation des mélasses pour les transformer en alcool est la seule chose dont nous ayons à parler, la distillation de la liqueur vineuse se faisant ensuite dans l'un quelconque des appareils continus que nous avons décrits.

Les mélasses proviennent soient des colonies, soit des raffineries,

soit de la fabrication du sucre de betterave ; toutes contiennent des sels, mais dans des proportions très-variables. Les mélasses des raffineries en contiennent peu, et la quantité de ces sels est d'autant moins grande que les mélasses résultent du raffinage d'un mélange contenant moins de sucre de betterave ; les mélasses des colonies en contiennent aussi très-peu ; aussi ne peut-on extraire le salin contenu dans ces deux vinasses avec autant d'avantage qu'on le fait pour celles du sucre de betterave ; ces dernières sont les plus denses : elles marquent souvent 48° à l'aréomètre de Baumé ; celles qui contiennent le moins de sels ne marquent que 44°. Les mélasses sont extrêmement visqueuses, et l'on aurait beaucoup de peine à les délayer dans la quantité d'eau nécessaire pour déterminer la fermentation si l'on n'avait pas la précaution d'abaisser préalablement le degré à 40, en y ajoutant de l'eau peu à peu et en agitant fortement avec un râble ; on ne doit pas étendre d'une grande quantité d'eau, afin d'éviter l'altération qui pourrait se produire au bout de quelque temps, cette opération se faisant d'avance sur une assez grande quantité, que l'on conserve dans des réservoirs ou dans des citernes en maçonnerie hydraulique.

La proportion des sels changeant la densité des mélasses, comme on l'a vu, il faut pour avoir une liqueur qui contienne toujours la même quantité de sucre, et dans les proportions convenables pour une bonne fermentation, ajouter une quantité d'eau qui soit en rapport avec la proportion de ces sels, ce que l'on reconnaît au moyen de l'aréomètre. La dissoluton doit marquer 8° au minimum pour les mélasses les plus pures, et 11° pour celles qui contiennent la plus forte proportion de sels : ce degré étant pris à la température de + 22 degrés centésimaux.

Nous ne parlerons que de la fermentation des mélasses de betterave, les autres, au moins celles des raffineries, étant employées à d'autres usages ; mais lorsqu'on veut faire fermenter ces dernières on y ajoute de même un peu d'acide sulfurique : il n'en faut que la moitié ou le tiers même de ce qu'exige la mélasse de betterave ; elles sont d'ailleurs traitées de même, sauf cette précaution indispensable. En effet, les mélasses de betterave ont toujours une réaction alcaline, ce qui nuit à la fermentation ; c'est pourquoi l'on ajoute peu à peu à la liqueur que l'on doit mettre en fermentation une certaine quantité d'acide sulfurique préalablement étendue d'environ six fois son volume d'eau : on ne l'ajoute que peu à peu et en ayant soin d'agiter pour opérer le mélange des liquides ; on es-

saye de temps en temps la liqueur en en mettant une goutte sur du papier bleu de tournesol, et l'on cesse d'ajouter de l'acide dès que ce papier commence à rougir.

La liqueur mise en fermentation est placée dans de grandes cuves en bois, d'environ 4 mètres de diamètre et de 3 mètres de profondeur. Pour une quantité de liquide représentant 100 kilogr. de mélasse à 40° Baumé, on emploie 8 kilogr. 750 grammes d'acide pour arriver à la sursaturation ; et 12 kilogr. 700 grammes de levûre, que l'on délaye parfaitement dans huit fois son poids d'eau. La liqueur au moment de sa mise en cuve doit avoir une température de + 22°.

Dans ces conditions la fermentation s'établit promptement, et au bout de vingt-quatre heures on reconnaît que la densité du moût a diminué d'un degré et que la température a augmenté de près de deux ; la marche descendante de la densité s'accroît rapidement, et le cinquième jour cette densité n'est plus que de 3°,2 ; la température de la liqueur est alors de + 35°, qu'il faut éviter de dépasser, car si elle augmentait au delà de + 37° il serait nécessaire de faire passer le liquide dans une autre cuve lavée à l'eau froide, afin de le refroidir pour éviter de graves accidents ; à défaut de la levûre de bière, qu'il n'est pas toujours possible de se procurer, on peut employer un levain obtenu de la manière suivante, avec de la farine grossière de seigle : On délaye 50 litres de cette farine avec un cinquième du levain préparé la veille et de l'eau chauffée à + 45° ; on y ajoute 1 ou 2 litres de mélasse : la pâte ne doit être ni liquide ni solide ; on la couvre, et au bout de six à sept heures elle est arrivée au plus haut point de fermentation et est près de s'affaisser : c'est dans ce moment qu'il faut l'employer. On la délaye avec la liqueur des cuves et on l'y mêle également ; on agite, puis on recouvre : la fermentation commence bientôt. Ces quantités sont suffisantes pour faire fermenter 27 hectolitres de liqueur, et la fermentation dure de quatre à cinq jours.

Le local où sont placées les cuves à fermentation doit par cette raison être garanti du soleil au midi et pourvu d'ouvertures au nord, et l'atelier être disposé de manière à y ménager une ventilation suffisante pour chasser la plus grande partie de l'acide carbonique des nombreuses cuves qu'il contient, en évitant néanmoins d'amener par le courant d'air un abaissement trop sensible et trop brusque de la température. On a remarqué en effet que les changements brusques du chaud au froid, et réciproquement, pouvaient contribuer à dé-

terminer la fermentation visqueuse, quoique ce grave accident tienne plutôt à l'emploi d'une levûre de mauvaise qualité ou à une quantité insuffisante de cette matière, et principalement au défaut de nettoyage des cuves, dans lesquelles pendant chaque fermentation il se forme un dépôt, plus ou moins abondant, de ferments altérés, au milieu desquels il se produit un ferment particulier qui engendre cette fermentation visqueuse et la fermentation lactique.

FERMENTATION DU JUS DE BETTERAVE.

La fermentation du jus de betterave a été pratiquée dès 1852, l'alcool ayant acquis à cette époque un prix extrêmement élevé; mais malgré les progrès de cette industrie, dus en grande partie à M. Dubrunfaut, les procédés laissaient encore à désirer sous le rapport économique, et l'on ne pouvait s'en servir dans les exploitations rurales. M. Champonnois, dont nous avons indiqué l'appareil, a rendu la chose possible et même facile; voici son procédé :

Les betteraves sont nettoyées avec autant de soin et dans le même appareil que lorsqu'on veut en extraire le sucre avec un coupe-racine. On les découpe ensuite en lames ou en rubans très-minces : l'instrument ne demande pas une grande force, car deux hommes peuvent, en se reposant après chaque demi-heure, réduire en cossettes 2,250 kilogr. de betteraves en dix heures. Dans l'hiver la température des betteraves étant quelquefois à zéro et même au-dessous, on plonge ces betteraves pendant quelque temps dans de l'eau chauffée à + 45° avant de les porter au coupe-racine.

Les cossettes sont mises en macération dans des cuviers munis d'un double fond en tôle percé de trous d'écumoire, et dont la capacité est de 5 $\frac{1}{2}$ hectolitres : lorsque ces cossettes sont chargées, on fait arriver dessus 200 litres de la vinasse provenant de la distillation du jus fermenté d'une opération précédente, ou la même quantité d'eau bouillante lorsqu'on n'a pas encore obtenu de vinasses. On laisse en macération pendant une heure, après laquelle le liquide est soutiré et versé dans une seconde cuve, chargée également de cossettes fraîches. Quand tout le liquide de la première cuve est écoulé on ferme la bonde, et l'on y verse une quantité de vinasse égale à la première : on laisse de même en macération dans les deux cuves pendant une heure. Une troisième cuve est en même

temps chargée de cossettes sur lesquelles on verse la liqueur soutirée de la seconde cuve. On soutire la première une seconde fois sur la seconde cuve, pour laisser macérer pendant le même temps. La première cuve reçoit encore 200 litres de vinasse; mais cette dernière macération ne dure qu'une demi-heure, après laquelle le liquide soutiré est placé dans une chaudière pour le porter à + 100°. Pendant ce temps on enlève les cossettes épuisées, que l'on remplace par de nouvelles. La macération dans la seconde et dans la troisième cuve dure une heure, et le liquide soutiré de la dernière est immédiatement versé dans une des cuves à fermentation, qui sont en même nombre que celles à macération.

Comme on le voit par cet exposé, chaque cuve à macération prend successivement les nos d'ordre 1, 2, 3 ; toutes les heures on obtient la liqueur soutirée du no 3, qui ne contient plus seulement les 200 litres que l'on y avait mis, mais 250 litres, la macération ayant successivement déplacé le jus que contenaient les cossettes.

L'emploi des vinasses replace dans les cossettes épuisées par les macérations les matières azotées qui ont dû se séparer de la liqueur pendant la distillation, et les rend alors plus propres à la nourriture des bestiaux, et surtout à celle des moutons, auxquels on les distribue.

Les cuves à fermentation sont beaucoup plus grandes que celles à macération, et peuvent contenir le liquide provenant de neuf soutirages, c'est-à-dire 2,250 litres. Le liquide soutiré de la cuve no 3 n'est pas à une température supérieure à + 17°, quoique la vinasse mise en macération sur le n° 1 ait été presqu'à + 100° pendant les trois heures qu'ont duré ces macérations successives, et par le contact avec les cossettes froides la température s'est nécessairement abaissée; pendant l'hiver cependant il faut souvent réchauffer un peu le liquide, afin de lui donner une température un peu supérieure à + 17°.

M. Champonnois a simplifié le mode de macération en le réduisant à l'emploi d'un seul cuvier ; mais alors au lieu de 200 litres de vinasse à + 100° il en met le double à + 70° seulement. Comme la vinasse en sortant de l'appareil à distillation est à + 100°, il la refroidit en la faisant passer dans des tuyaux plats autour desquels circule le liquide à distiller, qui en abaissant la température de la vinasse à + 70° s'échauffe lui-même à + 50° ou 60°, ce qui réalise une économie de combustible et de frais de construction : en outre, si le liquide provenant de cette macération contient proportionnellement moins de sucre que dans le système à trois cuves,

il contient, par compensation, moins de matières pectiques et autres, qui contribuent dans la première méthode à produire des fermentations visqueuses.

La fermentation alcoolique commence dès que l'on a mis dans la première cuve le premier soutirage de 250 litres, auquel on ajoute 4 kilogr. de levûre, que l'on délaye dans 8 litres de ce jus, pour la déterminer : d'heure en heure on ajoute les soutirages successifs, ce qui ne l'entrave aucunement. Au bout de vingt-quatre heures on fait communiquer cette première cuve avec la seconde; le liquide se répartit également entre elles deux; on les remplit en même temps en partageant chaque soutirage; douze heures après leur remplissage la fermentation est achevée; on laisse refroidir la première cuve, l'on partage également le liquide de la seconde avec une troisième, et l'on achève de les remplir.

La première cuve refroidie est mise en distillation au bout de vingt-quatre heures ; pendant ce temps la fermentation s'est terminée dans la seconde et dans la troisième cuve, et l'on procède à leur égard comme on a fait pour la première et pour la seconde; c'est-à-dire qu'on laisse refroidir la seconde pendant vingt-quatre heures et que l'on partage le liquide de la troisième avec la quatrième, ainsi de suite entre la quatrième et la première qui a été vidée : de sorte qu'une fois ce roulement établi l'on a tous les jours le produit d'une cuve à distiller, une cuve en refroidissement, et deux en fermentation.

La première fermentation a été déterminée par la levûre que l'on a mise, on n'a plus besoin d'en ajouter : le ferment se renouvelle de lui-même au moyen des matières azotées contenues dans le jus de la betterave.

Lorsqu'on vide une des cuves à fermentation dont le liquide est monté dans le réservoir supérieur qui est destiné à alimenter la distillation continue, on trouve au fond de cette cuve un dépôt formé par les matières insolubles et par le ferment en excès plus ou moins altéré; ce dépôt, qui est d'environ 30 litres, est placé dans la seconde chaudière de l'alambic pour en retirer l'alcool : c'est ce dépôt ainsi distillé qui ajouté aux cossettes par les vinasses qui servent à les faire macérer les enrichit de matières propres à la nutrition des bestiaux, car les matières grasses et azotées et les sels qu'il contient renferment les phosphates nécessaires à ces animaux.

Il est évident qu'après avoir enlevé cette matière boueuse il devient nécessaire de bien nettoyer les cuves, qui doivent être vidées tous les soirs, sans quoi la fermentation serait visqueuse ; on a re

marqué de plus qu'il ne fallait pas laisser le liquide en contact avec les cossettes pendant la nuit, car le même accident serait à craindre. L'interruption de la nuit offre donc de graves inconvénients, que l'on éviterait en n'interrompant pas le travail.

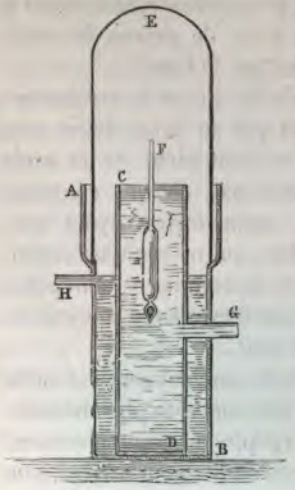
En général les industriels qui distillent les jus de betterave fermentés, les marcs, etc., ne les rectifient pas au point de les convertir en alcools d'un haut degré, mais se contentent de les avoir de 48 à 58 degrés de l'alcoomètre centésimal, ce qui constitue ordinairement des eaux-de-vie plus ou moins fortes, ayant toujours un goût plus ou moins désagréable, qui ne répugne cependant pas à quelques gens. Mais ces *flegmes* du commerce sont achetés par des industriels dont la spécialité est d'en opérer la rectification et de les transformer en alcools *bon goût*.

Tous les appareils que nous avons décrits peuvent servir à cette opération, qui ne demande en réalité qu'une conduite plus ménagée de la chaleur, une réfrigération plus énergique au commencement de l'opération, et un fractionnement des produits pour arriver à un bon résultat.

En effet ces flegmes contiennent des produits éthérés plus volatils que l'alcool, qui distillent au commencement et doivent être recueillis à part quand leur odeur est désagréable, mais qu'on peut cependant laisser mélangés quand ils donnent une odeur et une saveur particulières que l'on veut conserver, comme cela arrive pour le rhum et le kirch. On arrive facilement à ne recueillir au commencement que ces produits plus volatils, qui sont de l'alcool *mauvais goût*, en refroidissant plus fortement le serpentin analyseur, par un courant d'eau assez rapide pour qu'à la sortie du réfrigérant cette eau ne soit pas à plus de 20° ; car la plus grande partie des vapeurs alcooliques s'y condensent, en même temps que les vapeurs d'alcool amylique et la vapeur d'eau retombent dans la colonne, tandis qu'une petite partie de l'alcool chargé de ces éthers et essences très-volatils distille seul et peut être recueilli à part; cette séparation demande environ trois heures : l'alcool reste sur les plateaux de la colonne, tandis que l'eau et l'alcool amylique retournent à la chaudière. Cette phase de l'opération a reçu un nom particulier : on dit alors qu'*on fait les plateaux*.

Après ce temps la distillation de l'alcool bon goût commence, et il faut diminuer la force du courant d'eau, que l'on règle au moyen d'un robinet, de manière à ce que dans le chauffe-vin la température soit à + 50° ; les produits sont reçus dans une grande éprouvette

double, AB, CD, recouverte d'une cloche, E (*fig.* 660), dans laquelle est plongé un alcoomètre centésimal, F, ce qui permet de vérifier sans cesse le degré de l'alcool distillé. L'alcool qui distille arrive du serpentin dans l'éprouvette intérieure CD par le tube G ; la liqueur déborde et retombe dans l'éprouvette extérieure, d'où elle s'écoule par le tube H, auquel on adapte un tuyau en S et mobile, qui conduit l'alcool dans les barils.



(Fig. 660.)

On vérifie le degré de l'alcool de temps en temps, afin de le recueillir à part dès que le degré tend à descendre au-dessous de 89,5, car dès 89° il passe de l'alcool amylique : on continue cependant la distillation jusqu'à ce que le degré soit à 49°. Cette dernière eau-de-vie, dont on sert dans quelques industries, peut aussi être rectifiée pour en retirer l'alcool amylique, employé à quelques fabrications particulières, comme l'acide valérique.

L'alcool qu'on retire du traitement des garances contient une grande quantité de produits infects, comme l'alcool amylique, et il contient aussi des essences : un industriel est venu à bout de les enlever en appliquant à leur traitement les propriétés des huiles grasses, dont nous avons déjà vu que l'on se servait aussi dans le traitement des vins ayant le goût de fût.

Ce procédé chimique n'est pas le seul dont on se soit servi; ainsi M. Ch. Maire, de Strasbourg, a essayé de faire barbotter la vapeur d'alcool d'abord dans une solution alcaline caustique, puis dans une autre de sulfate de cuivre ; mais par ce traitement l'alcool, tout en se débarrassant d'une grande partie des essences, prenait un goût particulier, qui a fait renoncer à ce procédé.

Nous avons vu qu'en distillant sur de la chaux éteinte de l'eau-de-vie provenant de la distillation de lie de cidre, le produit avait pris une odeur et une saveur de pomme très-prononcées, qui étaient assez agréables, mais qui auraient peut-être changé en vieillissant.

M. Breton de Grenoble désinfecte les alcools de garance en se

ervant de l'huile d'olive, qui dissout parfaitement l'alcool amylique et es essences qui altèrent profondément le goût de cet alcool : on commence par saturer les acides que les flegmes peuvent contenir en y ajoutant 5 grammes de chaux par hectolitre : si l'on reconnaissait qu'il y eût un excès de chaux, on le précipiterait par un peu de bicarbonate de soude avant d'opérer la rectification.

Pour enlever d'une manière commode les matières infectantes, on fait filtrer de bas en haut les flegmes à travers une couche de petits fragments de pierre ponce imprégnés du quart de leur poids d'huile d'olive; cette couche a 70 centimètres d'épaisseur : l'huile d'olive doit être de bonne qualité, car si elle avait un peu de rancidité elle communiquerait à l'alcool, qui n'aurait fait que changer de mauvais goût.

Au bout d'un certain temps l'huile est saturée des produits odorants, et cesse d'agir : si l'on ne veut pas avoir d'intermittence, il faut se servir d'un autre filtre, disposé de la même manière ; pendant ce temps on fait arriver par en haut un courant de vapeur d'eau sur le premier filtre : l'eau condensée dans les premiers moments s'écoule par la partie inférieure; mais quand la masse du filtre est arrivée à la température de la vapeur, celle-ci s'échappe par la même ouverture en entraînant avec elle l'alcool amylique et les essences que l'on doit condenser. On reconnaît que l'huile est entièrement purifiée à ce que la vapeur est incolore : avec trois filtres on n'a jamais d'interruption dans le travail. L'alcool filtré à travers cette huile est entièrement purgé des matières odorantes, et donne immédiatement des alcools bon goût à la rectification dans un des appareils que nous avons décrits.

FABRICATION DU VINAIGRE.

En parlant de l'acide acétique (t. VI, p. 267), nous avons dit que l'acide acétique ou vinaigre pouvait provenir soit de la fermentation acide des liqueurs alcooliques, soit de la distillation du bois, et nous n'avons donné de détails que sur ce dernier procédé, que nous ne faisons que rappeler.

Le vinaigre proprement dit, ou comestible, est obtenu par la fermentation acide du vin et d'autres liqueurs alcooliques, cidre, bière, eaux-de-vie de grain, de mélasse, etc. En France c'est principalement avec le vin que l'on obtient le vinaigre de table, qui a une supériorité très-grande sur les autres, par son arôme particulier.

Quelle que soit la liqueur vineuse dont on se serve, on peut opérer par deux procédés, dont l'un est très-ancien et consiste à mettre le vin en contact avec une assez grande quantité de vinaigre et à laisser la fermentation acide s'établir et marcher lentement par le contact de l'air. Voici comment on opère :

L'atelier à fermentation est en maçonnerie; ses murs ont une assez grande épaisseur pour que la température puisse être presque constante entre + 25° et + 30° centigrades, avec une dépense de peu de combustible. Si le chauffage avait lieu comme dans les serres, par une circulation d'eau chaude, la température serait beaucoup plus uniforme.

On établit dans l'atelier trois étages de chantiers superposés, sur lesquels on place des tonneaux, dont la capacité est généralement de 230 litres; ces tonneaux doivent être solidement cerclés en fer, remplis chacun au tiers de sa capacité avec du vinaigre provenant d'opérations précédentes, auquel ajoute 10 litres de vin. Aux deux tiers de la hauteur de chaque tonneau, on pratique un trou de bonde qui permet à l'air de se renouveler et de changer l'alcool en vinaigre.

On doit se rappeler que l'alcool, dont la formule est $C^4H^6O^2$, se change en acide acétique, ou vinaigre, en perdant d'abord 2 équivalents d'hydrogène, qui sont brûlés par l'oxygène de l'air; qu'il se transforme ainsi en aldéhyde, avec la formule $C^4H^4O^2$, composé dont l'odeur piquante et éthérée se sent presque toujours distinctement quand la fermentation acide commence; et qu'il perd ensuite un nouvel équivalent d'hydrogène et en prend un d'oxygène, en produisant l'acide acétique $C^4H^3O^3$, qui reste en combinaison avec 1 équivalent d'eau, de sorte que sa formule est $C^4H^3O^3,HO$, que l'on représente souvent par $C^4H^4O^4$: l'intervention de l'air est donc nécessaire; aussi faut-il qu'il puisse se renouveler dans l'atelier.

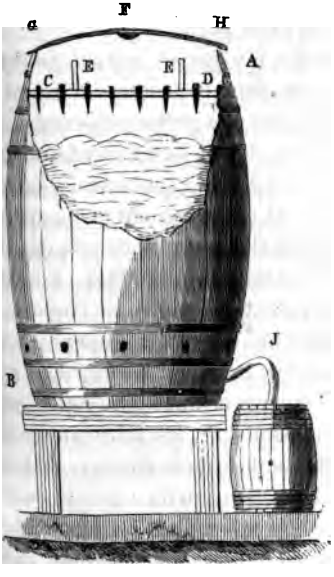
Huit jours après le premier chargement on ajoute de nouveau 10 litres de vin, et ainsi de suite quatre fois. Huit jours après la dernière addition de vin les 40 litres sont entièrement changés en vinaigre; on tire 40 litres de chaque pièce, et l'on recommence. On voit qu'en huit jours la transformation du vin ajouté est achevée : aussi beaucoup de fabricants tirent-ils 10 litres par semaine.

En parlant de la maladie des vins (p. 186), nous avons vu que des fleurs se formaient aussi sur le vinaigre, et que M. Pasteur av

ouvé dans ce petit champignon la véritable cause de l'acétification du vin : si l'application en grand de son procédé réussit bien, ce sera certainement un grand progrès dans cette fabrication.

Tous les vins ne sont pas également propres à la fabrication du vinaigre ; ceux qui ne contiennent pas 11 pour 100 d'alcool fermentent très-facilement, mais ils donnent un vinaigre trop faible ; ceux du midi, qui sont très-alcooliques, ne se transforment que difficilement. Lorsque les vins sont nouveaux, tout le sucre n'est pas encore transformé en alcool, et on ne les change qu'avec peine en vinaigre ; les vins vieux, au contraire, s'y transforment très-promptement. Le vin doit être parfaitement clair ; s'il est trouble on le filtre habituellement sur des copeaux de hêtre fortement tassés et humectés avec du vinaigre chaud ; lorsque le vinaigre est trouble on doit aussi le filtrer. Les vins blancs, contenant plus de matières azotées que les vins rouges, offrent une fermentation plus facile.

En Allemagne, où l'on fait principalement le vinaigre avec du moût de malt fermenté, on a imaginé un procédé beaucoup plus expéditif. L'opération se fait dans un tonneau, A B, en chêne, de 2 mètres de long et de 1 mètre de diamètre, posé debout (*fig.* 661) sur un chantier assez élevé pour qu'on puisse placer facilement un récipient sous le tube siphon par lequel s'écoule le liquide ; à 15 centimètres du fond supérieur du tonneau est établi un autre fond, C D, percé d'une grande quantité de trous un peu coniques, lequel est retenu par un cercle saillant, en chêne, placé à l'intérieur ; dans chaque trou on passe un bout de ficelle de quelques centimètres de longueur, qui ne bouche ce trou qu'à moitié et qui y est retenu par un nœud : dans l'intérieur du tonneau on introduit des copeaux, de hêtre rouge de préférence, le remplissant en grande partie, et qui ne doivent être que



(Fig. 661.)

légèrement foulés ; avant de les y mettre on doit, comme nous l'avons dit plus haut, les échauder à l'eau bouillante, puis les sécher et les arroser avec de bon vinaigre chaud ; à quelques centimètres du fond inférieur on a fait 12 trous cylindriques, pour laisser pénétrer l'air.

Le liquide destiné à être acétifié est versé sur le fond percé de trous, à travers lesquels il passe en suivant les bouts de ficelle et se répand uniformément sur les copeaux en s'y divisant, ce qui présente une grande surface à l'air, qui se renouvelle en entrant par les trous pratiqués dans le bas et en sortant par les trous semblables percés un peu au-dessous du fond supérieur, ou mieux par quatre trous dont la somme des sections est un peu plus petite que celle des douze pratiqués dans le bas ; à chacun de ces trous on adapte un tube de verre, E, E ; le couvercle G F H, que l'on doit toujours mettre au-dessus du fond percé, est lui-même percé au centre d'un trou, F, par lequel sort l'air, privé en grande partie d'oxygène et chauffé par la réaction.

Un seul passage à travers les copeaux ne suffit pas pour achever l'acétification, il en faut trois ordinairement. Dans quelques usines on remplace les copeaux par du blé gonflé dans le vinaigre pendant deux jours. Le liquide après avoir passé sur les copeaux s'écoule par le tube-siphon J dans un petit baril.

Le vinaigre obtenu de cette manière n'a jamais autant de force que celui qui est fait par le procédé ancien ; le passage constant et rapide de l'air à travers le liquide glissant à la surface des copeaux, et à une température qui varie entre + 30° et + 35° centésimaux, entraîne nécessairement une partie de l'alcool et même un peu du vinaigre formé : ces vapeurs pourraient certainement être condensées, mais il n'est pas d'usine à ma connaissance qui ait pris dans ce but des dispositions, qui seraient certainement faciles. En tous cas ces vapeurs condensées à part seraient perdues pour l'opération si on ne les versait pas ensuite sur les copeaux. Cependant on pourrait, comme le conseille M. Payen, les faire arriver dans une chambre contenant des rognures de cuivre, ce qui donnerait du verdet. Ordinairement, ou au moins très-souvent, les fabricants relèvent le titre de leur vinaigre en y ajoutant de bon vinaigre de bois. Ce procédé n'est guère employé à la fabrication du vinaigre de vin ou de cidre, mais il sert principalement à celle des vinaigres qu'on veut obtenir avec le moût de malt ou avec des mélanges convenables d'alcool et d'eau, c'est-à-dire 1 d'alcool et 8 à 9 d'eau, cas auquel

il est nécessaire d'y ajouter un millième de jus de betterave, ou de moût d'orge, ou de petite bière, qui jouent le rôle de ferment.

Le vinaigre ainsi obtenu avec le mélange d'alcool et d'eau est toujours clair et ne contient pas d'anguillules; mais si l'on y ajoute un peu de crême de tartre ces infusoires ne tardent pas à paraître.

Le docteur Schweineberg a disposé un petit appareil dans lequel chacun peut faire en peu de temps sa provision de vinaigre : c'est un cylindre de verre haut de 28 centimètres, dont le diamètre est de 20 centimètres, et qui peut contenir de 5 à 6 litres; on le remplit complétement de charbon de bois grossièrement concassé. On peut fermer sa partie supérieure avec une plaque de verre, ne bouchant pas hermétiquement, afin de permettre le renouvellement de l'air : à la partie inférieure se trouve une ouverture pour l'écoulement du liquide. Quand on opère, on verse en un mince filet sur le charbon 150 grammes du mélange d'eau et d'alcool, qui en vingt-quatre heures se transforme en bon vinaigre : ainsi, tous les jours on peut en obtenir cette quantité. Les 150 grammes de vinaigre ainsi obtenus saturent, selon ce docteur, 37 grammes de carbonate de potasse anhydre. Si l'opération réussit aussi complétement qu'il l'indique, il est probable que la porosité du charbon joue un rôle dans la réaction par l'oxygène qui est condensé dans ses pores.

Comme moyen de vérifier le titre du vinaigre, on a recommandé de prendre sa densité; mais ce moyen ne peut pas être exact, car lorsqu'on mêle de l'acide acétique concentré avec de l'eau il y a condensation, et la densité est plus grande quoique la quantité d'acide soit moindre : le seul moyen qui soit exact est le procédé acidimétrique. On a proposé plusieurs dissolutions alcalines : pour opérer, les uns emploient le carbonate de potasse sec et pur, les autres le carbonate de soude également pur et sec; on a proposé aussi l'emploi d'une dissolution de potasse caustique, mais peu à peu cette dissolution se carbonate, son volume change, et elle n'offre pas le même degré de certitude que l'emploi des carbonates, dont les dissolutions ne s'altèrent pas; enfin on a proposé l'emploi de l'ammoniaque, pour lequel M. Otto a construit un *acétimètre*. Comme la dissolution aqueuse d'ammoniaque tend toujours à perdre une partie de cet alcali par son contact avec l'air, cette méthode ne peut pas donner de résultats aussi précis que l'emploi du carbonate de potasse ou du carbonate de soude, et surtout que ce dernier, qu'il est plus facile d'obtenir pur et qui n'est pas hygrométrique, comme le carbonate de potasse.

Dans quelques cantons on fait le vinaigre avec du vin rouge; et pour le décolorer on se sert de charbon animal, qu'il ne faut lui-même employer qu'après l'avoir traité par l'acide chlorhydrique très-étendu d'eau, pour dissoudre préalablement le carbonate et le phosphate de chaux; à défaut de noir lavé à l'acide, on peut le filtrer sur de la braise de boulanger réduite en poudre.

Un bon vinaigre de table, comme ceux de première qualité que l'on fabrique à Orléans, doit contenir une quantité d'acide telle que 100 grammes puissent en moyenne saturer 6,5 grammes de carbonate de soude sec et pur, au minimum 6 grammes. Une seule saturation ne peut cependant pas indiquer d'une manière positive la quantité d'acide acétique contenue dans le vinaigre : tous les vins ne renferment pas la même quantité de crême de tartre, quoique tous en contiennent; il y a donc une partie du carbonate alcalin qui est employée à la saturation de la moitié de l'acide de ce sel : c'est pourquoi Lassaigne a proposé avec raison de faire une première saturation sur 100 grammes du vinaigre de l'échantillon, puis le titre une fois déterminé, d'évaporer à siccité 100 autres grammes de ce vinaigre, de redissoudre le résidu salin dans 100 grammes d'eau et de saturer cette dissolution : le degré acidimétrique ainsi obtenu étant retranché de celui du vinaigre en nature, on aura le titre exact en acide acétique, sachant que 100 parties d'acide acétique cristallisable, ou monohydraté, sont saturées par 114,64 de carbonate de potasse ou 88,31 de carbonate de soude, ces sels étant supposés secs et purs; d'où il suit qu'un bon vinaigre de table saturant 6,5 grammes de carbonate de soude contient 7,37 pour 100 d'acide acétique cristallisable.

FALSIFICATION DU VINAIGRE.

On a opéré plusieurs sophistications de cet acide : d'abord le vinaigre de vin, bien supérieur aux autres, et par conséquent d'un prix plus élevé, a souvent été mêlé avec des vinaigres de cidre, de poiré, de bière; fraude qu'on peut reconnaître en évaporant le vinaigre : celui de vin laisse un extrait visqueux jaune brunâtre qui ne contient que les sels du vin, lesquels redissous donnent un précipité blanc par l'acétate tribasique de plomb; les vinaigres de cidre, de poiré ou de bière ont toujours une odeur particulière, qui rappelle celle du liquide dont chacun provient, et quand on les évapore ils laissent un extrait d'un rouge foncé, qui n'est pas sensi-

blement acide et dont la consistance est visqueuse et mucilagineuse et ne cristallise pas ; en outre, le vinaigre de cidre a un goût de pomme cuite, et celui de bière une saveur acide et amère ; en redissolvant l'extrait et le traitant par l'acétate tribasique de plomb, on obtient un précipité gris jaunâtre.

Ces vinaigres diminuent la force du vinaigre de vin auquel on les ajoute, car 100 parties de vinaigre de cidre sont saturées par 3,5, et 100 parties de vinaigre de bière par 2,5 de carbonate de soude ; c'est-à-dire que le vinaigre de cidre ne contient au maximum que 4 pour 100 d'acide cristallisable, et que celui de bière n'en contient que 2,7. On pourrait certainement, avant de déterminer la fermentation acide, augmenter la richesse de ces vinaigres en ajoutant aux liquides qui les produisent la quantité d'alcool qui leur manque.

Lorsque les vinaigres sont trop faibles, on a quelquefois rehaussé leur titre en leur ajoutant des acides minéraux, tels que les acides sulfurique, nitrique, chlorhydrique ; mais on y a généralement renoncé, la présence de ces acides étant facile à reconnaître, celle du premier par le chlorure de baryum, celle du second par le sulfate d'indigo, que l'acide nitrique décolore, et celle de l'acide chlorhydrique par le nitrate d'argent, que l'on doit employer acide, car l'acétate d'argent étant très-peu soluble, on pourrait croire que le précipité, quoiqu'il ne ressemble pas à celui que donne le chlore, est cependant du chlorure d'argent. L'acide dont on se sert maintenant dans ce but est l'acide acétique provenant de la distillation du bois ; mais on peut reconnaître cette addition à l'odeur du vinaigre, qui alors a beaucoup plus de montant, à moins que le mélange ne soit ancien, mais on la reconnaît surtout à la faible quantité d'extrait le vinaigre laisse par l'évaporation.

Quelquefois l'acide acétique provenant de la distillation du bois contient de l'arsenic, parce que l'acide sulfurique au moyen duquel on a décomposé l'acétate de soude en contient lui-même, ce qui arrive presque toutes les fois qu'il a été obtenu avec les pyrites : la présence de l'arsenic pourrait être dangereuse pour les consommateurs, et il est bon d'en constater la présence ; mais cependant en général cette quantité est si faible et la quantité de vinaigre que l'on emploie pour relever le goût des aliments est si petite que probablement il n'y aurait pas de danger. En effet dans des expériences faites par ordre du gouvernement, au moyen de l'appareil de Marsh modifié par l'Académie des sciences, on a constaté que le vinaigre de bois contenait au maximum 45 milligrammes d'arsenic

par kilogr. Et comme ces vinaigres doivent être mêlés avec cinq ou six fois leur poids d'eau avant d'être employés pour la table, le mélange ne contient que 7 $\frac{1}{2}$ centigrammes d'arsenic par kilogr. : or, on en prend des quantités plus considérables à l'état d'arséniate de soude ou de potasse dans le traitement de certaines maladies, comme l'asthme par exemple, puisque la dose de ces sels est de 4 $\frac{1}{2}$ centigrammes pour 100 grammes d'eau : on peut donc être sans inquiétude à ce sujet.

On ajoute aussi au vinaigre des acides tartrique ou oxalique, mais on les retrouve dans l'extrait qui reste après l'évaporation, et il n'est pas difficile de les caractériser.

Quelquefois on cherche à donner aux vinaigres une saveur plus forte en y faisant macérer quelques substances âcres, comme le poivre long, le piment de la Jamaïque, etc., que l'on peut reconnaître plus ou moins facilement à la saveur de l'extrait.

D'après tout ce que l'on vient de voir, on conçoit que le seul moyen d'arriver à constater la valeur réelle d'un vinaigre consiste à employer la liqueur acidimétrique et à vérifier si la saturation est produite par l'acide acétique seul, ou si elle l'est par d'autres acides que l'on aurait ajoutés : les réactifs en pouraient faire reconnaître la nature, ou elle se retrouverait dans l'extrait.

FABRICATION DES HUILES.

Les huiles grasses liquides ou solides se trouvent renfermées principalement dans les semences, et elles sont contenues seulement dans les cotylédons ou plutôt dans la substance qui les forme, à l'exception toutefois du fruit du *cornouiller sanguin* et de l'olivier, dont l'huile, qui est comestible, se trouve dans le péricarpe, partie charnue qui enveloppe le noyau. On extrait aussi de l'huile de la racine du *cyperus esculentus*.

Ce sont les graines des *crucifères* qui le plus souvent produisent de l'huile et qui en produisent en plus grande abondance; puis viennent les *drupacées*, les *solanées* et les *amentacées*.

HUILE D'OLIVE.

L'huile d'olive varie de couleur, même quand elle est pure et de la meilleure qualité; celle qui vient d'Aix est d'un jaune citrin un

peu verdâtre, et celle que l'on fabrique à la Ciotat et dans le Var est d'un jaune foncé, tandis que celle qui vient de Port-Maurice et de Lucques est blanche et très-limpide.

Lorsque l'huile est obtenue avec des olives qui n'ont pas atteint tout à fait leur maturité, elle est verdâtre et a une saveur légèrement amère : ce goût de fruit, que quelques consommateurs recherchent, disparaît lorsqu'elle vieillit : en général on lui préfère celle qui n'a pas ce goût.

Ce qui donne du prix à l'huile d'olive, c'est qu'elle se conserve plus longtemps que les autres, qu'elle ne perd pas son odeur et sa saveur agréables, et qu'elle ne devient rance qu'autant qu'elle est conservée pendant longtemps dans des vases mal bouchés où l'air peut se renouveler et dans un local dont la température n'est pas assez basse. Toutes les huiles d'ailleurs demandent la précaution d'être renfermées dans des vases qu'elles remplissent, parfaitement bouchés, et déposés dans des caves fraîches dont la température soit aussi constante que possible. Dans ces conditions, les huiles siccatives elles-mêmes peuvent être conservées assez longtemps sans altération, car c'est le contact de l'air et les variations de la température qui produisent leur rancidité et les font épaissir au point qu'elles finissent par ressembler à un vernis.

Les olives doivent être récoltées au moment de leur pleine maturité, et non au delà, sans quoi l'huile serait *trop grasse*, c'est-à-dire qu'elle serait trop épaisse : cependant, quand on veut obtenir de l'huile qui ait le goût de fruit, la récolte se fait un peu avant cette époque ; mais il est important de bien choisir le moment favorable : si elles étaient cueillies trop tôt, l'huile aurait de l'amertume et de l'âpreté. On reconnaît la véritable maturité des olives à leur couleur, qui est devenue d'un rouge noirâtre.

Cette époque de la maturité varie elle-même selon les espèces. En France la récolte se fait en général dans les mois de novembre et de décembre ; on peut cependant les laisser sur l'arbre jusqu'au mois d'avril, car pendant les froids de l'hiver les olives n'éprouvent aucune altération. On commence par ramasser les olives tombées, que l'on mêle souvent, mais à tort, avec celles qui sont récoltées sur l'arbre. Presque toujours on fait tomber les olives à coups de gaule, ce qui les meurtrit et nuit à la fois aux arbres, dont on écorche les branches, détruit des boutons à bois et fait tomber des feuilles, qui étant persistantes protègent l'arbre contre le froid de l'hiver et contre le soleil ardent de l'été. La cueillette à la main est

certainement plus longue et plus coûteuse, mais alors les fruits n'ayant été ni meurtris ni entamés, ne s'altèrent pas, l'air ne peut pénétrer dans leur intérieur, et la qualité supérieure du produit que l'on obtient compense et au delà cette dépense.

Les diverses variétés d'olives ne mûrissent pas non plus aux mêmes époques : aussi ne faut-il autant que possible placer qu'une seule e même espèce dans le même clos, quoique cette disposition ne soi pas d'une absolue nécessité. On doit ne récolter que par un temps sec, et il faut avoir soin d'enlever toutes les feuilles qui peuvent être mêlées avec les olives, car elles communiqueraient à l'huile une saveur amère désagréable, qui n'a rien de commun avec celle qu donne le fruit.

Après la cueillette on a l'habitude de mettre les olives en ta dans des celliers n'ayant qu'une ouverture suffisante pour le passage d'un homme, et on les abandonne à elles-mêmes jusqu'a moment où l'on peut les passer sous les meules, époque qui varie d huit à quinze jours. Pendant ce temps la pression qu'elles exercen les unes sur les autres les meurtrit, les macère, et la fermentatio qui s'établit dans la masse détermine une élévation de température alors les olives laissent écouler leur eau de végétation, qui a un couleur rougeâtre ou brune, et elles diminuent naturellement de vo lume. Les olives ainsi conservées, dites *olives marcies*, donnent un huile d'une saveur très-forte, et qui n'est bonne que pour l'éclairag et la fabrication du savon, etc. Cette pratique, mauvaise par l manière dont elle est conduite, serait bonne pourtant si l'on prena des précautions pour ne pas perdre une partie de l'huile par la fe mentation, et si, tenant les choses à l'abri de l'humidité, on prena des dispositions pour renouveler l'air dans la masse. Cette sort d'huile étant préférée à l'huile fine, qui ne pourrait la remplace dans quelques industries, telles que les draperies, teintureries, etc cette manière d'opérer semble donc se justifier; mais il faudrait l modifier, car la consommation de cette huile est beaucoup plus con sidérable que celle de l'huile fine, destinée aux usages culinaire Lorsqu'on veut obtenir cette dernière huile il faut porter les olive au moulin immédiatement après leur récolte, à moins qu'ell n'aient été cueillies un peu avant leur parfaite maturité, dans le b d'en obtenir de l'huile à goût de fruit; auquel cas il faut les étaler s des toiles, et le soir les disposer en couches de quelques centimètr de haut seulement, dans une remise bien sèche, où on les lais ainsi jusqu'à ce qu'elles se rident, ce qui demande un ou deux jour

L'extraction de l'huile se fait par les séries d'opérations suivantes :

1re SÉRIE.
- Écrasage des olives, qu'on nomme *étritage*.
- Pressage.
- Rupture des tourteaux, ou *grignons*, et échaudage.
- Pressage.

RECENSE.

2e SÉRIE.
- Immersion des grignons dans l'eau froide.
- Séparation des pellicules et du parenchyme d'avec les noyaux par la meule d'une machine appelée débrouilloir.
- Enlèvement des pellicules du parenchyme et d'une huile de la surface du liquide du réservoir, par un lavage.
- Chauffage des pellicules et du parenchyme dans l'eau bouillante.
- Pressage.

ÉCRASAGE.

L'écrasage des olives se fait soit lorsqu'elles sont arrivées à leur maturité, et immédiatement après qu'elles ont été cueillies, si ce n'est lorsqu'on veut avoir de l'huile à goût de fruit, ainsi que nous venons de le dire plus haut, soit lorsqu'elles sont suffisamment marcies. Le moulin qui sert à cette opération est très-grossièrement construit, et consiste en une meule verticale tournant sur une meule gisante autour de laquelle est un bassin en maçonnerie de 60 centimètres d'épaisseur sur 15 centimètres de hauteur et disposé en talus; ce bassin est garni de planches épaisses, solidement clouées et parfaitement assemblées. La plus grande partie des propriétaires, n'ayant pas une exploitation assez importante pour leur permettre de posséder des moulins en propre, portent leur récolte à un moulin banal, où ils sont obligés chacun d'attendre leur tour. Ces moulins sont presque toujours tenus très-malproprement, pénétrés d'huile rance, et manœuvrés avec tant de négligence qu'il est presque impossible d'y obtenir des huiles fines. En outre, la trituration y est très-mal faite, et ne fait pas obtenir toute l'huile que la pâte pourrait donner : ce moulin devrait donc être remplacé par le moulin hollandais, qui est à deux meules verticales.

PRESSAGE.

Les olives broyées et réduites en pâte sont déposées dans des bassins en pierre, qu'on nomme *piles*, placés près du moulin, et dans lesquels on les puise pour les introduire dans des espèces de paniers ou de sacs plats en sparterie appelés *cabas* ou *scouffins*, qui sont remplacés avantageusement par des sacs de toile ou de laine enveloppés de sacs de crin semblables à ceux qui servent pour l'extraction des huiles de graine.

Les pressoirs dont on se sert sont en général grossiers et ne donnent qu'une pression peu énergique : dans la Provence et le Languedoc on emploie très-souvent une presse semblable à celle usitée en Normandie pour le cidre, et qui a été décrite page 201. Les presses à coins qui servent pour l'extraction des huiles de graine sont beaucoup plus énergiques. Les tourteaux qui en proviennent sont broyés de nouveau, et peuvent être exprimés par une presse hydraulique horizontale.

Quel que soit le système de pressoir, l'huile qui sort lentement par la première expression se rend dans une cuvette, ou récipient, rempliet d'eau aux trois quarts. Cette huile quand le moulin et le pressoir sont bien propres, et que les olives sont bien saines, est celle que l'on nomme *vierge*.

Cette première cuvette est munie d'un robinet placé au fond; on ouvre ce robinet lorsqu'il est arrivé dans la cuvette assez d'huile et qu'on l'a enlevée de la surface; le liquide s'écoule dans une seconde cuvette, disposée de même, et dans laquelle une nouvelle quantité d'huile remonte à la surface de l'eau; puis de celle-ci ce liquide se rend dans un canal qui le conduit dans une vaste citerne voûtée, parfaitement étanche, que l'on nomme *enfer*, et dans laquelle on peut descendre par un escalier.

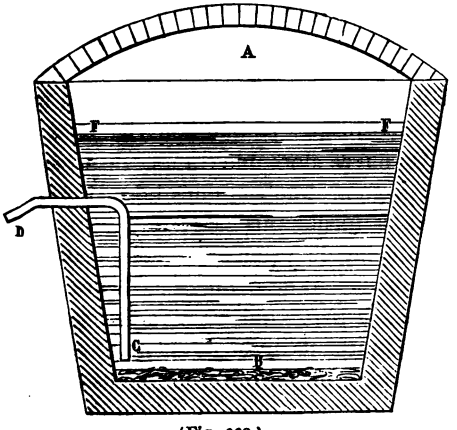
L'huile restée à la surface de l'eau dans les cuvettes est puisée avec des cuillers de cuivre très-plates appelées *patelles*. Lorsque les olives sont piquées ou marcies, cette première expression donne l'huile dite *commune*, encore mangeable, mais bien inférieure à celle qui vient des olives fraîches et saines : la seconde pression donne l'huile *marchande*, qui ne peut guère servir que pour les savonneries, les draperies, etc.

Lorsque cette première pression ne laisse plus écouler d'huile, on desserre les presses, on ouvre les cabas, on brise les tourteaux ou

grignons, et l'on verse une mesure d'eau bouillante dans chaque cabas, que l'on replace au fur et à mesure sous le pressoir : cette opération se nomme *échaudage;* elle a pour but de favoriser la sortie de l'huile retenue soit par des matières albumineuses, soit surtout par suite de l'imperfection de la mouture.

Par suite de l'échaudage la pâte des tourteaux se gonfle, les matières albuminoïdes se coagulent, et l'huile, rendue plus fluide par la chaleur, s'écoule plus facilement quoique la pression ne soit pas plus forte. Cette huile échaudée, encore fine et comestible, est néanmoins inférieure en qualité à l'huile vierge, avec laquelle on la mêle souvent. On retirerait certainement plus d'huile de cette seconde expression si avant l'échaudage on broyait de nouveau.

Quoique l'huile qui passe successivement dans les deux cuvettes soit plus légère que l'eau et qu'elle y séjourne peu de temps, l'eau qui passe dans l'enfer en retient encore une certaine quantité; mais à la longue cette huile se sépare des matières mucilagineuses, qui tombent au fond, tandis qu'elle remonte à la surface; de temps en temps on l'y recueille, au moyen de patelles; elle est d'un jaune verdâtre, et ne peut être employée que pour les savonneries, les fabriques de drap, etc. La citerne AB qui reçoit ces eaux chargées d'huile a souvent de petites dimensions, et il faudrait la vider très-souvent; afin de parer à cet embarras, on y adapte un siphon CD (*fig.* 662) qui traverse la maçonnerie à quelques décimètres au-dessous du niveau que le liquide peut atteindre, de sorte qu'il s'amorce naturellement comme le récipient florentin qui est employé pour recevoir les huiles essentielles : la branche verticale pénètre en C à deux ou trois décimètres du fond. On peut ainsi rendre plus épaisse et enlever plus facilement la couche d'huile FF qui monte à la surface de l'eau.



(Fig. 662.)

RECENSE.

Après cette seconde pression, les tourteaux sont portés dans de grands établissements, que l'on nomme *ateliers* ou *moulins de recense*, qui sont indépendants du premier et dans lesquels se trouve une meule verticale roulant sur une meule gisante comme dans le premier moulin, mais au fond d'une sorte de puits où les grignons sont broyés de nouveau après avoir été déposés dans des réservoirs et délayés dans l'eau froide, afin d'empêcher la fermentation, qui ne tarderait pas à s'y établir et détruirait une partie de l'huile qu'ils contiennent : aussi faut-il porter les grignons à ces ateliers dès qu'ils sortent des presses.

Comme ces grignons sont plats, on les entasse aisément par couches successives dans les réservoirs : disposition faite avec une bêche par un ouvrier, qui ménage des sillons pour faciliter encore l'imbibition, puis avec cet instrument délaye ce qui est imbibé avant d'introduire une nouvelle couche de grignons, et ainsi de suite jusqu'à ce que le réservoir soit plein.

On procède au débrouillement, qui a pour but de séparer autan que possible les noyaux : l'opération se fait dans deux moulins don la meule gisante est au fond d'une sorte de tour ronde ou puits e maçonnerie, en béton, ou en bois cerclé de fer, et où s'opère la séparation des noyaux : deux moulins semblables sont situés l'un au dessus de l'autre : on porte dans le moulin supérieur les grignon délayés en grande partie dans le réservoir : la meule verticale es mise en mouvement, et l'on dirige sur elle un courant d'eau froide cette trituration est continuée jusqu'à ce que l'ouvrier juge que l division est assez grande. On ouvre alors une trappe, disposée latéralement, par laquelle les grignons tombent dans le second moul ou débrouilloir, mais dont la meule verticale, en pierre lisse polie, est plus lourde que celle du premier moulin; cette meu a 16 centimètres de largeur sur 70 de diamètre. L'arbre vertic de cette roue est garni, dans la partie qui est plongée dans l'ea de barres de bois, qui en tournant divisent la pâte, et le bo des noyaux, qui est plus pesant, se dépose au fond, tandis que le p renchyme et la peau sont maintenus en suspension par l'eau qui a flue sans interruption, les fait passer avec une petite quantité d'hu dans un canal partant du bord supérieur du puits et les entrai dans des bassins en pierre, en béton ou en bois, auxquels on

adapté des siphons pratiqués comme ceux de l'enfer (*fig.* 662), et qui déversent l'eau du premier dans le second, celle du second dans un troisième, etc. Cette eau en sortant du dernier bassin, quelle qu'en soit la quantité, entraîne toujours un peu de parenchyme, que l'on pourrait facilement recueillir en la faisant arriver sur une sorte de tamis qui lui donnerait seule passage. Dès que cette eau n'entraîne plus de parenchyme, on ferme le robinet, et par une trappe ou vanne on fait écouler les débris de noyaux dans un bassin particulier, pour les y laisser en repos pendant quelque temps, parce qu'il monte encore à la surface de l'eau une petite quantité d'huile que l'on enlève, après quoi les débris de noyaux sont retirés et séchés pour servir de combustible.

CHAUFFAGE.

La pulpe onctueuse formée par le parenchyme et les pellicules est enlevée avec des écumoires ou des tamis et portée dans une chaudière, qui doit être chauffée à la vapeur si l'on ne veut pas trop altérer l'huile : l'ébullition fait partir l'eau; on pétrit alors la pulpe pour l'introduire dans des scouffins de sparterie et la soumettre à l'action d'une presse qui ordinairement est à vis, et qu'il ne faut faire agir que lentement et progressivement.

Les tourteaux qui restent après cette expression retiennent encore une certaine quantité d'huile, que des industriels de la rivière de Gênes retirent au moyen du sulfure de carbone. L'huile ainsi obtenue étant brune et un peu visqueuse, ils nous en avaient apporté pour que nous pussions leur indiquer le moyen d'en diminuer la viscosité; mais pendant l'hiver cette huile s'est séparée en deux parties : l'une liquide et très-brune, l'autre solide et presque blanche, ne fondant pas au soleil, même en été, ce qui nous a fait supposer une fraude, que nous n'avons pas eu le temps de vérifier.

CONSERVATION DE L'HUILE.

Aussitôt que l'huile a été extraite, on en remplit de grandes jarres de grès ou des réservoirs très-propres placés dans un local exposé au midi, et que l'on doit fermer exactement quand viennent les temps froids, afin d'empêcher la congélation de l'huile ; il est bon même d'y entretenir dans ce but une température qui ne soit jamais au-dessous de + 15°, nécessaire pour conserver à l'huile sa

fluidité et pour laisser déposer les matières étrangères qui lui donneraient un goût désagréable.

Lorsque l'huile est parfaitement claire et transparente, ce qui arrive vers la fin de juin, on transvase dans d'autres jarres la partie claire, qui est dite *superfine*. On réunit dans une autre jarre les parties troubles, dont on peut encore retirer une assez grande quantité d'huile claire, moins bonne que la première et désignée par le nom de *fin fond*. On procède quelquefois à une troisième séparation, qui fournit encore de l'huile mangeable, mais d'une qualité très-inférieure.

L'huile décantée doit être conservée dans des locaux d'une température aussi constante que possible, et les jarres doivent être entièrement pleines et parfaitement bouchées, afin d'éviter le renouvellement de l'air, comme il a été dit.

L'huile destinée à l'industrie, d'une plus grande abondance, est conservée dans des fosses parfaitement cimentées, qu'on nomme aussi *piles*, où elle s'éclaircit. Les matières qui s'y déposent ensuite, de même que dans les jarres, sont nommées crasses, et contiennent encore une assez grande quantité d'huile, qu'on recueille et qui se vend à bas prix.

L'huile provenant des recenses contient toujours de l'eau, en quantité plus ou moins considérable, dont par fraude on laisse souvent la plus grande partie possible; mais on peut séparer facilement cette eau et déterminer sa proportion en introduisant l'huile dans une éprouvette graduée que l'on chauffe au bain-marie, et dont on frotte les parois avec une baguette de bois, ce qui facilite sa séparation.

EXTRACTION DES HUILES DE GRAINE.

Les huiles extraites des diverses graines ne peuvent pas être indifféremment employées à tous les usages; quelques-unes, telles que celles de colza, de navette, de cameline, servent principalement à l'éclairage, quelques autres sont alimentaires lorsqu'elle sont fraîches : ce sont celles d'œillette, de *madia sativa*, de faîne (fruit du hêtre) et de noix. Cette dernière quand elle est tout à fait récente est aussi agréable que l'huile d'olive; elle sert également à l'éclairage. L'huile d'œillette est la plupart du temps employée à faire un mélange frauduleux avec l'huile d'olive. Celle de chenevis sert presque seule à la fabrication des savons verts; on l'emploie

aussi pour la peinture, de même que la plupart des huiles précédentes. L'huile de lin ne sert que pour la peinture et la fabrication du vernis qui entre dans la confection de l'encre d'imprimerie, des crayons de lithographie, etc.

L'extraction des huiles de graine exige plusieurs manipulations, qui sont presque toutes du ressort de la mécanique; les appareils ont subi peu à peu des changements importants, et les anciens procédés, qui étaient très-défectueux, sont presque tous abandonnés. Cette extraction consiste en deux opérations principales, qui sont l'*écrasage* et le *pressage*.

Les graines récoltées à leur parfaite maturité sont étendues en couches minces dans des salles bien sèches et aérées, où elles restent jusqu'au moment d'en extraire l'huile. Il ne faut pas les conserver ainsi trop longtemps : le maximum est de trois mois; autrement, elles prendraient de la rancidité. Elles doivent être parfaitement nettoyées des débris d'enveloppes, de têtes, de feuilles, etc., qui retiendraient toujours une certaine quantité d'huile.

CONCASSAGE DES GRAINES.

Le concassage, qui a pour but d'empêcher les graines de glisser sous les pilons ou sous les meules, est opéré quelquefois seulement par des pilons, qui les écrasent en même temps et sont mis en mouvement par les cames disposées sur l'arbre horizontal d'un moulin à vent. Ce genre de moulin, dont on voyait autrefois une grande quantité aux environs de Lille, présente un grand inconvénient, en ce que le travail y est souvent interrompu; aussi son emploi cesse-t-il peu à peu. Le meilleur appareil pour concasser les graines consiste en deux cylindres de fonte dentés et creux, que l'on peut à volonté rapprocher plus ou moins, selon la grosseur des graines. Ces cylindres tournent en sens contraire; l'un reçoit par un pignon ou par une poulie le mouvement, qu'il communique à l'autre. Les coussinets du cylindre qui reçoit directement le mouvement sont fixes; ceux de l'autre sont mobiles, et permettent ainsi de l'éloigner ou de le rapprocher. Au-dessus des cylindres se trouve une trémie, dans l'intérieur de laquelle est placé un petit cylindre cannelé qui la ferme et empêche les graines de tomber quand il est au repos; quand on le met en mouvement il fait tomber plus ou moins rapidement sur les cylindres une plus ou moins grande quantité de graines. Ces cylindres ont 28 centimètres

de long, sur 13 de diamètre ; ils sont entièrement enveloppés à la partie supérieure par une voûte en bois, et à la partie inférieure par une sorte de trémie en fonte : deux râclettes pressent les cylindres en dessous pour détacher les graines qui resteraient adhérentes, et leur pression est réglée par des poids de 8 hectogrammes. On peut avec cet appareil, en marchant même avec lenteur, concasser 4 hectolitres de graines par jour, ce qui suffit pour alimenter deux paires de meules verticales.

Dans quelques usines du nord le concassage se fait par un moulin du genre du moulin à café, au-dessus duquel se trouve une trémie par laquelle arrive la graine. Cet appareil peu coûteux opère presque comme les meules ; une petite quantité d'huile s'écoule pendant l'opération.

Lorsque les graines sont ainsi concassées on les porte au moulin qui doit les écraser ; ce moulin, imaginé en Hollande, et qu'on nomme par cette raison *moulin hollandais*, est composé de deux meules verticales, montées sur un essieu commun. Cet axe passe dans l'entaille allongée d'un cylindre creux faisant partie de l'arbre vertical qui communique le mouvement aux meules. Ces meules roulent en tournant sur une meule dormante posée sur un massif en maçonnerie et entourée d'une caisse circulaire en bois formant une bordure ; et cette meule est munie en un point d'une vanne qu'on ouvre pour retirer les graines quand elles sont suffisamment écrasées. L'entaille allongée verticalement dans laquelle passe l'essieu commun permet aux deux roues de s'élever lorsqu'elles rencontrent un obstacle trop résistant. Le double mouvement de rotation et de glissement sur la meule dormante fait que non-seulement les graines sont écrasées, mais encore qu'elles sont froissées et renvoyées le long des parois de l'auge et vers le centre, d'où les râcloirs les ramènent constamment sous les meules : on les fait fonctionner jusqu'à ce que le chargement, qui est de 75 litres, soit amené à l'état pâteux. On soulève alors le bras du levier de manière à ne laisser fonctionner que le ramasseur, qui conduit la pâte à la vanne, et elle tombe dans un bassin situé au-dessous de la meule dormante. On ferme la vanne, on procède à un nouveau chargement : de sorte qu'il n'y a pour ainsi dire aucune interruption dans le travail.

Les meules ont au moins 2 mètres de diamètre sur 40 à 45 centimètres d'épaisseur, non compris le biseau qui est pratiqué à la partie externe et qui a 6 centimètres ; elles sont généralement en granit, mais cependant on peut en faire avec le porphyre, le grès

le marbre, et même avec de la fonte, ce qui nous semble préférable pour écraser les graines oléagineuses. Chaque meule en granit, qui pèse de 3,500 à 4,000 kilog., fait onze tours par minute avec le chargement que nous avons indiqué, et dont le poids varie de 60 à 75 kilogr. ; l'opération dure vingt minutes environ, de manière qu'en vingt-quatre heures chaque paire de meules peut réduire en pâte de 2,500 à 3,000 kilogr. de graines.

La pâte est quelquefois pressée immédiatement après sa sortie du moulin ; dans ce cas elle donne, comme les olives, une huile vierge, dont le goût est beaucoup plus agréable quand elle doit servir comme comestible ; mais alors la quantité qu'on en retire est bien plus faible.

On en obtient davantage lorsqu'on chauffe préalablement la pâte dans des *chauffoirs*, appareils dont les uns sont chauffés à feu nu, les autres par la vapeur, qui donne de meilleurs résultats. En parlant de l'extraction de l'huile d'olive nous avons fait connaître le rôle qu'y jouait la chaleur ; nous n'y reviendrons pas.

Les chauffoirs à feu nu ont des inconvénients lorsqu'il s'agit de substances organiques, toujours facilement altérables par la chaleur ; en effet, on ne peut pas régulariser la chaleur d'une manière certaine, et il est très-difficile d'éviter, malgré les agitateurs mécaniques, qu'une plus ou moins considérable quantité de la pâte n'éprouve une torréfaction qui non-seulement altère l'huile, mais encore peut en détruire une partie. Dans toutes les usines où la vapeur sert de moteur les chauffoirs sont à vapeur ; dans celles où l'on n'a pas cette ressource on chauffe cependant aussi à la vapeur, ou plutôt au bain marie : l'appareil est composé de deux chaudières en cuivre, dont la plus grande est montée sur un fourneau ; on y introduit de l'eau jusqu'à ce qu'elle touche seulement le fond de la plus petite, qui est destinée à recevoir la pâte : par cette simple disposition, principalement en usage en Allemagne, la pâte est chauffée à la température de l'ébullition, sans qu'il puisse se produire de torréfaction.

Quelle que soit l'espèce de chauffoir, on agite sans interruption la graine broyée, manœuvre surtout indispensable quand on opère à feu nu ; on chauffe jusqu'à ce que la pâte pressée entre les mains laisse couler l'huile facilement.

M. Maudsley a imaginé un chauffoir à feu nu qui présente moins que les autres le danger de la torréfaction. Le foyer est recouvert par une plaque de fonte sur laquelle on pose un anneau cylindrique

nommé *payelle*, dans lequel on met la graine broyée : un agitateur mécanique qui renouvelle sans cesse les surfaces en contact avec la plaque empêche la pâte d'y adhérer, et diminue ainsi les chances d'altération. Cependant si l'on n'a pas de moteur à vapeur qui permette de s'en servir pour chauffer la graine, nous conseillons d'employer de préférence la double chaudière dont nous venons de parler, car elle ne peut causer aucune altération.

Lorsque la pâte est suffisamment chaude, on la fait tomber dans des sacs en étoffe, qu'on nomme *morfils*, en y laissant un vide de six à huit centimètres ; on enveloppe ensuite ces sacs dans des étendelles en crin doublées de cuir, puis on les porte à l'appareil destiné à les presser.

On a vu que pour l'expression de l'huile des olives on se servait de différentes sortes de presses ; il en est de même pour l'extraction de l'huile des graines. Comme la pression doit être faite en deux fois, quelquefois pour la première on se sert de la presse à vis que nous avons eu occasion de décrire ; mais comme elle a peu d'énergie, celle qui est le plus généralement employée est la presse à coins, qui est très-énergique, mais qui a l'inconvénient de faire un bruit insupportable ; de plus, la violence des chocs des *moutons* ou *maillets*, qui pèsent de 250 à 300 kilogr., ébranle toutes les parties du bâtiment. La hauteur de la chute de ces moutons est de 40 à 55 centimètres.

La presse hydraulique horizontale est la plus avantageuse : aussi est-elle employée de préférence dans toutes les usines importantes ; beaucoup de ces presses ont deux doubles parois, entre lesquelles on fait circuler de la vapeur, ce qui rend l'extraction de l'huile plus facile et plus complète.

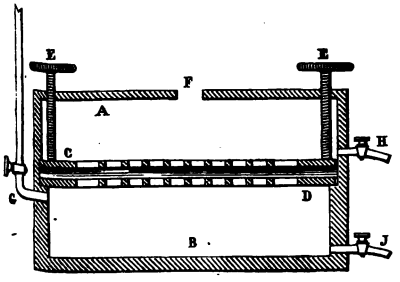
Quelle que soit l'énergie de l'appareil, on arrête la première pression quand l'égouttage est terminé ; on desserre la presse, on sort les tourteaux des sacs pour les faire passer sous les meules, opération qu'on nomme *rebat* et qui dure dix minutes environ : on chauffe de nouveau la pâte rebattue, on la replace dans les sacs et les étendelles, et l'on exerce une nouvelle pression, qui donne une huile moins pure, dite *huile de rebat*, restant quelquefois séparée de la première, mais qu'on y mêle le plus ordinairement : ces deux espèces sont recueillies dans des réservoirs en terre et placées dans des caves, où par le repos elles se clarifient en partie mais restent encore impures, car elles retiennent plusieurs substances qui empêchent qu'elles ne puissent être employées à certains usages et surtout à l'éclairage dans les lampes carcel, qui doivent brûler à blanc et ne pas donner de fumée.

ÉPURATION DES HUILES DE GRAINES.

Thenard a trouvé un procédé qui réussit mieux que tout autre quand il est employé convenablement : ce procédé consiste à mettre l'huile dans un tonneau qu'on n'emplit qu'à moitié, et à la traiter par deux centièmes de son poids d'acide sulfurique que l'on y verse peu à peu en un filet mince, en agitant fortement avec un morceau de bois ; on continue à brasser ainsi pour favoriser le mélange jusqu'à ce que toute la masse du liquide ait pris une couleur verdâtre. Après l'avoir laissée en repos pendant vingt-quatre heures on ajoute à l'huile les deux tiers de son volume d'eau chauffée à + 75°, et l'on agite fortement jusqu'à ce que le liquide ait pris une apparence laiteuse. Le tonneau, placé dans un local dont on maintient la température à + 25° au moins, est abandonné au repos pendant deux ou trois semaines : l'huile, plus légère, monte à la surface, tandis qu'au fond du tonneau il se forme un dépôt noirâtre, visqueux, qu'on nomme *fèces* et qui est séparé de l'huile par l'eau que l'on a ajoutée.

Lorsque cette séparation est complète, on décante l'huile au moyen d'un robinet placé à une hauteur convenable, d'où elle s'écoule dans de petites cuves dont le fond est percé de trous dans lesquels on passe des mèches de coton ou de laine cardée; l'huile qui passe est parfaitement claire, mais il paraît cependant que quelquefois elle retient un peu d'acide sulfurique, qui bien qu'en petite quantité finit par endommager les lampes ; l'huile retient en outre une petite quantité d'eau, qu'il est nécessaire de chasser par une longue évaporation au bain-marie plutôt qu'à feu nu, ce qui altère toujours l'huile.

Ce procédé est un peu long, et le mode de filtration *per descensum* est défectueux : les mèches s'encrassent assez promptement et la filtration devient très-lente. Pour remédier à ces divers inconvénients, M. Dubrunfaut a construit un filtre qui est disposé de manière à opérer la filtration *per ascensum*. Ce filtre consiste en une caisse AB (*fig.* 663) divisée dans sa hauteur en deux compartiments par un double treillis CD en bois, entre les deux parties



(Fig. 663.)

duquel on dépose les matières filtrantes enveloppées dans des toiles : le châssis repose sur les saillies de la partie inférieure de la caisse, et est maintenu à la partie supérieure par des vis E tournant dans des écrous aux quatre coins de la caisse. Une ouverture F d'un centimètre de diamètre placée au centre du couvercle de la caisse permet à l'air expulsé par l'huile de s'échapper. L'huile arrive en dessous du châssis par le tuyau G, muni d'un robinet, et finit par remplir la capacité inférieure ; la pression exercée par la colonne d'huile contenue dans le tube, et que l'on peut augmenter à volonté, détermine son passage à travers le filtre dans le compartiment supérieur, qui est muni d'un robinet H, par lequel on fait écouler l'huile filtrée, quand il y en a une assez grande quantité. Les matières étrangères, plus pesantes que l'huile, retombent naturellement, pour la plus grande partie, au fond du compartiment inférieur, de sorte que le filtre n'est encrassé qu'à la suite d'un assez long service. Lorsque l'on s'aperçoit qu'il a besoin d'être nettoyé ou renouvelé, on ferme le robinet G, et lorsque l'huile cesse de couler par le tube H, on ferme son robinet pour ouvrir le robinet J, qui est au bas du compartiment inférieur et par lequel les fèces et l'huile non filtrée s'écoulent. On desserre les vis E, on enlève le couvercle, puis le châssis pour en opérer le nettoyage.

Le lavage à l'eau de l'huile épurée par l'acide sulfurique laisse quelquefois, comme nous l'avons dit, un peu d'acide et toujours une quantité notable d'eau, dont l'élimination est longue ; on remplace ce lavage par un autre procédé, qui ne laisse ni acide ni eau. Lorsque après avoir agité l'huile avec l'acide on voit le dépôt des flocons noirs s'opérer, on ajoute peu à peu à l'huile une bouillie claire faite avec de la craie et de l'eau en agitant toujours vivement : la quantité de craie doit être supérieure d'un tiers à celle qui est nécessaire pour saturer l'acide, qui se combine successivement à la chaux en produisant du sulfate de chaux, retenant l'eau dont on s'est servi pour délayer la craie. Par un papier bleu de tournesol mouillé légèrement on reconnaît quand la saturation de l'acide est achevée ; les fèces, le sulfate de chaux et l'excès de craie se déposent assez promptement, et au bout de quelques heures on soutire dans les filtres à mèches de coton.

A Paris et dans les départements du nord on a adopté une méthode qui évite la filtration. Dans une futaille défoncée d'un côté et placée debout sur son fond on introduit 6 hectolitres d'huile épurée par l'acide et lavée, mais encore trouble ; on y ajoute 50 kilogr. de

tourteau bien sec et réduit en poudre fine; on bat fortement pendant une demi-heure, puis on laisse reposer. Après huit ou neuf jours on peut, par un robinet placé à une hauteur convenable, soutirer environ 4 hectolitres d'huile parfaitement claire, qu'on remplace par une égale quantité d'huile trouble; on bat de nouveau, et trois jours après on soutire encore 4 hectolitres, que l'on remplace de même, et ainsi de suite jusqu'à ce que les 50 kilogr. de tourteau ne clarifient plus, ce qui n'arrive que lorsqu'ils ont donné environ 200 hectolitres d'huile clarifiée. Ce procédé est certainement plus avantageux que les filtrations par quelque système que ce soit. Le tourteau imprégné d'huile est pressé de nouveau, et donne 80 pour 100 de son poids d'huile qui, après avoir été clarifiée et filtrée, est de très-bonne qualité.

Lorsque ces huiles ne doivent pas être consommées sur-le-champ, leur conservation demande les mêmes soins que celle de l'huile d'olive; c'est-à-dire qu'elles doivent être renfermées dans de grandes citernes construites en briques et en mortier de chaux hydraulique.

Il y a entre les huiles végétales solides et les graisses animales la même analogie qu'entre les huiles animales et les huiles végétales; seulement le mode d'extraction est différent, parce que les parties grasses des animaux sont retenues plus fortement par un tissu rempli de cellules formées par des membranes qui résisteraient très-fortement à l'action de la presse si on l'employait seule.

EXTRACTION DU SUIF.

Pour fondre le suif qui provient des bœufs, des vaches ou des moutons, on a recours à l'action de l'eau bouillante, ou bien on le fait fondre sans l'intermédiaire de l'eau. Ce suif est retenu dans le tissu adipeux, que l'on sépare de la chair, et qui est vendu aux fondeurs sous le nom de *suif en branches*. Il faut fondre le plus tôt possible, parce qu'il y a dans le tissu des matières azotées molles qui y sont disséminées et qui ne tarderaient pas à entrer en putréfaction. Cependant lorsqu'on est forcé d'attendre un certain temps, il faut suspendre les branches à des cordes dans un hangar aéré, afin qu'en se desséchant ces matières molles soient moins sujettes à l'altération. Pour les branches qu'on est dans l'obligation d'envoyer à une certaine distance, M. Payen conseille de les plonger dans une dissolution faible d'acide sulfureux avant de les embariller, et il recommande de soufrer préalablement les barils.

Avant d'être placé dans les chaudières, le suif en branches doit autant que possible être divisé par un hachoir à main, qui en ouvrant un grand nombre des cellules qui retiennent le suif rend son écoulement plus facile : un hachoir mécanique, s'il n'était pas trop cher, serait préférable; la fusion du suif étant ainsi rendue plus prompte, il y aurait une économie de combustible, les matières azotées auraient moins le temps de s'altérer et le suif serait plus blanc.

Trois procédés sont suivis pour l'extraction du suif.

Dans le premier on le fond sans addition d'eau, dans des chaudières de cuivre ou de laiton, en ménageant le feu autant que possible; c'est ce qu'on appelle procédé *des cretons*. Pendant la fusion on doit agiter sans cesse la matière, afin d'empêcher le tissu adipeux de s'attacher aux parois des chaudières; on ne charge le suif que peu à peu; l'élévation de température augmente le volume de la matière grasse, tandis que le tissu des cellules se contracte, se rompt, et laisse écouler le suif fondu.

Lorsque le suif est complétement separé, on le soutire par un gros robinet placé au fond de la chaudière; il coule sur un tamis qui retient la plus grande partie des débris de cellules; il arrive dans un récipient qui est chauffé de manière à le maintenir à l'état liquide; on y ajoute 4 ou 5 millièmes de son poids d'alun, qui précipite les débris de cellules qui ont pu passer à travers le tamis; on laisse reposer pendant huit heures au plus : on puise alors le suif avec de grandes cuillers en cuivre pour le couler dans les *jalots*, petits baquets en bois qui ont été préalablement mouillés intérieurement, afin que le suif n'adhérât pas aux parois. Le suif diminue de volume en se solidifiant, et se détache facilement lorsqu'on renverse les jalots, qui l'abandonnent sous forme de cône tronqué.

Les débris membraneux restés sur le tamis et ceux qui sont restés dans la chaudière retiennent une grande quantité de suif; pour l'en retirer, on introduit ces débris dans de grands cylindres à charnières en forte tôle percée de trous, qu'on pose sur le plateau d'une forte presse à vis en fer, ou mieux sous une presse hydraulique : lorsqu'il ne sort plus de suif, on desserre la presse, on enlève les clavettes qui tiennent le cylindre fermé, et l'on en retire un tourteau qui peut être employé pour la nourriture des animaux, mais qui contient encore de 10 à 15 pour 100 de suif, que l'on pourrait retirer au moyen du sulfure de carbone. Ce procédé donne de 8

à 82 pour 100 d'un suif qui est préféré par les fabricants de chandelles pour leur fabrication d'été.

Le second procédé a été donné par Darcet; on le nomme *procédé à l'acide*. Il est fondé sur la propriété qu'a l'acide sulfurique étendu de trente fois son volume d'eau de dissoudre en grande partie les membranes qui retiennent le suif. On opère à la vapeur, car alors on n'a pas besoin d'une température aussi élevée que dans le procédé des cretons. La chaudière en cuivre, qui est à double fond, est d'une contenance d'environ 1,200 litres : on y introduit 50 kilogr. du résidu aqueux trouble d'une autre opération, résidu appelé *boulée*, puis 50 kilogr. de suif en branches haché comme dans le procédé précédent; on ajoute encore et successivement trois autres chargements du même poids, enfin un mélange de 150 litres d'eau et 5 litres d'acide sulfurique à 66° du pèse-acide; on bouche l'ouverture du double fond, et l'on chauffe de manière à obtenir une température de + 110°, que l'on maintient pendant deux heures et demie. Pendant ce temps les membranes se dissolvent, le suif surnage sur le liquide aqueux et acide, et on le décante dans une chaudière enveloppée de bois, qui conserve la chaleur; on ajoute au suif 2 kilogr. d'alun dissous dans 20 litres d'eau, on agite, et on laisse déposer pendant huit heures, après lesquelles on peut couler le suif dans les jalots. Quelques fabricants le coulent immédiatement dans les moules à chandelle, ce qui économise les frais d'une seconde fusion. Par ce procédé on retire de 83 à 85 pour 100 d'un suif qui est plus blanc et plus dur en hiver, mais qui est moins dur en été que celui provenant du procédé des cretons. On devrait en retirer une plus grande quantité, puisque les cretons en retiennent une proportion notable : il faut donc que par l'acide sulfurique une petite partie du suif ait été dédoublée en acides gras et en glycérine, ce qui paraît d'autant plus probable que le suif à l'acide laisse suinter en été un liquide gras qui doit être de l'acide oléique. On remédie un peu à cet inconvénient en ne traitant par l'acide que le suif de mouton, plus ferme que celui de bœuf, réservé pour la fabrication des acides gras.

Il n'est donc pas certain que ce second procédé, dont l'usage cependant s'est propagé, présente des avantages réels, car le pain de creton, qui retient de 10 à 15 par 100 de suif, se vend de 12 à 15 fr. les 100 kilogr., tandis que dans le procédé par l'acide la matière azotée se trouve tout à fait détruite.

Le troisième procédé est dû à M. Évrard, de Douai : dans celui-ci le suif en branches n'a pas besoin d'être haché, ce qui est une

notable économie de temps ; les membranes sont traitées seulement par une lessive de soude caustique marquant de 1° à 1° $\frac{1}{2}$; cette dissolution les pénètre, les gonfle, les dissout en partie et les rend perméables, de sorte que le suif en fondant traverse facilement ces enveloppes, qu'on n'a pas besoin de chauffer au delà de + 100°. L'alcali joue encore un autre rôle : les huiles et les graisses rancissent plus ou moins promptement, et, bien que conservées le moins de temps possible, elles contiennent toujours des acides odorants; l'alcali les sature, de sorte qu'après un lavage à chaud on obtient un suif plus blanc, plus pur et très-peu odorant.

La fonte se fait dans des cylindres en tôle de 1 mètre de diamètre sur 1 mètre 25 centimètres de profondeur : un double fond percé de trous de 3 millimètres de diamètre est soutenu par un châssis à 17 centimètres au-dessus du fond ; un tuyau horizontal, tourné en cercle et percé de trous, amène à volonté la vapeur sous le faux fond. On introduit dans chaque cylindre de la capacité indiquée 3 hectolitres de la dissolution de soude caustique à 1°,25 et 400 kilogr. de suif en branches, que l'on maintient immergé dans la solution alcaline par un autre faux fond mobile percé de trous, chargé légèrement pour le tenir au-dessous du niveau du liquide.

On fait bouillir par la vapeur; les membranes dissoutes ou gonflées se laissent traverser par le suif fondu, qui monte à la surface du liquide : trois heures d'ébullition suffisent pour achever l'opération, pendant laquelle le faux fond mobile descend de lui-même en pressant les membranes, qui laissent passer la matière grasse qu'elles auraient retenue sans cette pression. On cesse alors de faire arriver la vapeur, et l'on soutire la dissolution alcaline par un robinet de vidange, que l'on ferme dès que la matière grasse arrive. On verse de l'eau dans le cylindre, on fait bouillir de nouveau pendant quelque temps, et l'on arrête l'ébullition pour laisser reposer et décanter l'eau ajoutée dans le vase qui a reçu la lessive.

Le suif fondu dans chaque cylindre est filtré à travers des sacs de laine dans deux récipients en cuivre étamé de 75 centimètres de diamètre sur un mètre de hauteur que l'on chauffe dans un bain-marie en tôle, afin de laisser reposer pendant douze heures, après lesquelles on soutire le suif dans les jalots.

Les lessives alcalines et les eaux de lavage qui y sont réunies sont placées dans des réservoirs pouvant fonctionner comme le récipient florentin et placés en étage, de sorte que le liquide aqueux du réservoir supérieur s'écoule seul dans celui qui est au-dessous,

tandis que le suif qui a été entraîné reste dans le premier, et peu en être retiré facilement après s'y être accumulé par plusieurs décantations.

Les lessives alcalines ont saponifié une petite quantité de suif et se sont combinées avec les acides gras odorants, quoique la proportion en soit faible, car elle ne dépasse pas 1 ½ pour 100 du suif; on les sépare cependant en saturant l'alcali par un faible excès d'acide sulfurique; on isole ces acides par décantation, on les lave à l'eau bouillante pour s'en servir à fabriquer des savons communs.

Dans ce procédé, de même que dans celui à l'acide, les matières azotées sont perdues, mais le rendement en suif est plus considérable, et il ne peut pas retenir d'acide gras fluide qui nuise à la qualité du suif pendant l'été.

HUILES DE POISSON.

Les huiles de poisson sont toutes produites par des cétacés ou des animaux de la famille des phoques. Ces huiles, retenues dans l'animal par les cellules du tissu adipeux, constituent souvent des couches solides d'une grande épaisseur, qui ont l'apparence du lard, et qu'on en extrait en chauffant à feu nu dans deux chaudières de cuivre, les morceaux grossièrement hachés : la matière fondue reste fluide, le dépot des tissus membraneux s'opère peu à peu, et l'on décante l'huile dans des barils : ce dépôt soumis à la presse en donne une nouvelle quantité, qu'on joint à la première.

Ces huiles sont ordinairement colorées, ce qui tient au peu de soin qu'on apporte à la fusion; elles ont toujours une odeur de poisson plus ou moins prononcée; elles contiennent moins de substances solides analogues à la stéarine et à la margarine que les graisses animales. On peut les séparer de la manière suivante : on fait chauffer l'huile au bain-marie dans des chaudières en cuivre très-profondes et d'un petit diamètre, on laisse ensuite refroidir très-lentement jusqu'à + 12° environ; à la longue il s'opère un dépôt d'une graisse moins fluide; on décante l'huile liquide, et l'on réunit la partie épaisse de plusieurs décantations dans un vase cylindrique étroit et profond, afin d'en séparer une nouvelle quantité d'huile liquide qui contient de 90 à 95 pour 100.

Ces deux sortes d'huiles peuvent être épurées par deux procédés très-différents, qui ont été indiqués par M. Payen. L'huile épaisse est fondue à la vapeur libre dans une cuve en bois; lors-

qu'elle est parfaitement liquéfiée, ón y ajoute de 1 à 2 pour 100 de son poids d'acide chlorhydrique ou d'acide tartrique, que l'on dissout préalablement : on agite vivement pendant quelque temps, puis on laisse refroidir aussi lentement que possible, en entourant la cuve de corps non conducteurs et en la recouvrant; le liquide se sépare, laissant tomber au fond de la cuve les matières étrangères. Quand le refroidissement est opéré, l'huile est devenue presque aussi solide que les suifs communs, et peut être employée aux mêmes usages.

Quant à l'huile liquide, on la chauffe au bain-marie à + 100° environ, et l'on y ajoute une lessive de soude ou de potasse caustique marquant 40° ou 45°, dont on met 1 pour 100 du poids de l'huile si elle provient d'animaux jeunes, ou 2 pour 100 si elle vient d'animaux vieux, ces derniers contenant plus de matière colorante. L'alcali forme avec les acides gras colorés une sorte de savon, qui n'est pas soluble dans l'huile, qui reste limpide et à peine coloré; on filtre sur une chausse, qui retient les savons, que l'on décompose par l'acide chlorhydrique pour en séparer les acides gras, qui sont fluides, bruns et odorants.

FABRICATION DES ACIDES GRAS ET DES BOUGIES STÉARIQUES.

En parlant des huiles et des graisses dans le volume précédent, nous avons vu que l'on pouvait les considérer comme le mélange de plusieurs sels formés par des acides gras et par un corps organique jouant le rôle de base, la glycérine : acides et bases relativement faibles, dont les premiers peuvent dès lors être séparés par des acides plus puissants, et la glycérine par des bases plus énergiques qu'elle. Il résulte de là que pour se procurer les acides gras l'on peut avoir recours à deux procédés diamétralement opposés quant à la nature du réactif employé; c'est le traitement des graisses par une base alcaline terreuse qui a été employé le premier : cette base est la chaux, dont on peut se procurer plus facilement de grandes quantités à un prix assez modique pour que la fabrication présente des avantages.

SAPONIFICATION.

La saponification doit être faite avec la chaux la plus pure ; on se sert donc de chaux grasse d'excellente qualité, que l'on éteint avec

dix fois son poids d'eau chaude; le lait de chaux qui en résulte est passé à travers un tamis fin en toile de fil de fer.

On se sert de cuves en bois, légèrement coniques, doublées en plomb, et pouvant contenir 2,000 litres. Au fond de la cuve est disposé un tuyau circulaire en plomb percé d'un grand nombre d'ouvertures faites par un trait de scie par lesquelles on fait arriver la vapeur : dans chaque cuve on introduit 500 kilogr. de suif et 800 litres d'eau, et l'on fait arriver la vapeur. Lorsque le suif est fondu on ajoute peu à peu le lait de chaux, en quantité suffisante pour représenter 70 kilogr. de chaux vive, c'est-à-dire environ 600 litres. La matière est continuellement agitée mécaniquement pour faciliter la combinaison : au bout de deux heures le mélange est empâté, et après sept heures en moyenne la formation du savon calcaire est achevée. Ce savon est alors très-dur, et offrirait une si grande résistance que l'arbre de l'agitateur serait tordu s'il était mis en mouvement par une roue d'angle; c'est pourquoi on se sert d'une poulie et d'une courroie pour la transmission.

Lorsque le savon calcaire, qui, comme nous venons de le dire, devient très-dur par le refroidissement, est tout à fait formé, on soutire la liqueur aqueuse qui contient la glycérine. On pulvérise ordinairement ce savon; on le passe au crible pour pulvériser de nouveau ce qui n'est pas assez fin. On le place dans une cuve semblable à celle qui sert à la formation du savon, mais dont le doublage en plomb est soudé à la soudure autogène, à cause de l'emploi de l'acide sulfurique destiné à décomposer le savon, et que l'on étend d'eau de manière à ce qu'il ne marque que 25° à l'aréomètre de Baumé. L'équivalent de la chaux étant 23, celui de l'acide sulfurique monohydraté 49, il en résulte que pour les 70 kilogr. de chaux employés il faut théoriquement une quantité d'acide qui représente 122,5 kilogr. d'acide à 66°; mais dans la pratique on en ajoute un excès, car on en prend 137 kilogr. pour être plus certain de l'entière décomposition du savon : cet excès d'acide n'est pas perdu : il sert à commencer la décomposition du savon d'une autre opération, lorsqu'au lieu d'étendre la dissolution en faisant arriver directement la vapeur dans la cuve, on la fait par le chauffage au moyen d'un serpentin avec retour d'eau.

Lorsque l'usine est dans le voisinage d'une fabrique d'acide sulfurique, les frais de transport étant presque nuls, on y prend de l'acide des chambres, qui marque de 50 à 53 degrés Baumé et dont le

prix est proportionnellement plus faible, puisqu'il n'a pas eu à supporter les frais de concentration.

L'ébullition soutenue pendant trois heures suffit pour opérer l'entière décomposition du savon : le sulfate de chaux se dépose au fond, et les acides gras fondus restent à la partie supérieure du liquide; il y a ainsi trois couches distinctes : celle du sulfate de chaux, celle du liquide acide, qui est intermédiaire, et enfin celle des acides gras. La séparation des trois couches s'opère facilement par le repos; au moyen d'un robinet placé au-dessus du niveau du dépôt de sulfate de chaux on fait écouler la liqueur aqueuse acide; on ferme ensuite le robinet, et l'on met dans la cuve une nouvelle quantité d'acide à 12°. En faisant bouillir pendant une heure, on enlève les dernières traces de chaux que les acides gras auraient pu retenir. On laisse reposer, on fait écouler le liquide acide comme la première fois, puis on soutire les acides gras dans une autre cuve, disposée comme celle à saponification, pour laver ces acides à l'eau pure, que l'on chauffe à + 100°.

SAPONIFICATION SOUS PRESSION.

Sous une pression considérable les acides gras éprouvent peut-être une modification, et de tribasiques qu'ils étaient ils deviennent monobasiques; cependant il y a une autre cause, que nous allons expliquer : c'est l'intervention de l'eau à une haute température. Toujours est-il qu'en opérant cette saponification à la pression de 8 atmosphères, et par conséquent à une température de + 172°, la quantité de chaux nécessaire à la saponification est beaucoup moins considérable. En effet, dans ces circonstances 3 parties de chaux au lieu de 12 parties suffisent pour saponifier 100 parties de suif. La quantité de chaux étant beaucoup plus faible, le savon produit reste fluide à cette température, et peut être facilement extrait de la chaudière par un robinet, par suite de la pression intérieure de la chaudière, qui est bien supérieure à celle de l'atmosphère. La mollesse du savon rend inutile sa pulvérisation, et pour sa décomposition 31 parties d'acide suffisent, au lieu de 122,5, qui sont nécessaires dans le premier mode de saponification que nous avons décrit. Par ce procédé il y a donc économie des trois quarts sur la chaux et l'acide nécessaires pour l'opération, et de plus il y a suppression de la main-d'œuvre de pulvérisation.

Cette opération est pratiquée chez M. de Milly : l'appareil co

siste en un générateur composé de deux bouilleurs superposés de 5 mètres de longueur; la tôle a une épaisseur de 15 millimètres, pouvant ainsi résister à une pression de 10 atmosphères, à laquelle ils sont timbrés. Ce générateur double communique avec une chaudière verticale pouvant résister à la même pression; à son sommet se trouve un trou d'homme et un robinet servant au dégagement de l'air; un thermomètre disposé dans une gaîne permet de constater la température, et un manomètre indique la pression. Un tube latéral muni d'un large robinet, et arrivant aux deux tiers de la hauteur de la chaudière, sert à y introduire le mélange de suif et de lait de chaux, composé de 2,300 kilogr. de suif et 2,000 kilogr. de lait de chaux représentant 60 kilogr. de chaux pure et anhydre. Ce mélange arrive d'un réservoir supérieur dans lequel il a été chauffé par la vapeur. Le chargement fait, on ferme ce robinet, et l'on fait arriver la vapeur du générateur au moyen d'un tube qui plonge au fond de la chaudière à 10 atmosphères, où elle n'est maintenue qu'à 8 en produisant une température de + 172°. Par le robinet à dégagement de gaz l'air s'échappe avec de la vapeur, qui est utilisée pour chauffer d'avance le réservoir supérieur dans lequel on place d'abord le mélange de suif et de lait de chaux destiné à être ensuite saponifié.

Au bout de sept heures la saponification est complète, et l'on cesse de faire arriver la vapeur dans la chaudière : on laisse refroidir pendant une demi-heure ou un peu plus jusqu'à ce que sa température ne soit plus qu'à + 130°. Pour retirer le liquide aqueux chargé de glycérine, la chaudière est munie d'un tube de 6 centimètres de diamètre, qui y pénètre latéralement et plonge verticalement au fond : à ce tube est adapté un robinet à trois eaux : le liquide aqueux contenant la glycérine s'écoule le premier; on le dirige dans le réservoir à suif pour utiliser sa chaleur : il remplace un volume égal d'eau; on répète cette manœuvre quatre fois, ce qui a l'avantage de donner une dissolution plus concentrée de glycérine, dont on consomme maintenant des quantités assez considérables, tant en médecine qu'en parfumerie quand elle a été purifiée.

Lorsqu'on voit arriver un peu de savon liquide on tourne le robinet pour diriger le savon par un autre embranchement dans la cuve à décomposition dont nous avons fait la description. On opère en même temps une autre saponification de la même manière, de sorte que dans l'usine on en fait trois en vingt-quatre heures.

La décomposition du savon calcaire s'opère facilement, en raison

de sa fluidité. On peut facilement expliquer la décomposition des matières grasses par la seule intervention de l'eau, comme l'ont démontré MM. Bouis, Berthelot et Pelouze. Un industriel anglais, M Price, de Londres, obtient en effet le dédoublement du suif en acides gras et en glycérine par l'action de l'eau seule, mais en agissant à une température un peu supérieure à + 200°. Ce procédé donne une glycérine beaucoup plus pure que celle qui provient de la saponification par la chaux : c'est pourquoi la glycérine dite anglaise se vend plus cher.

Le mélange des acides gras, purifiés par le lavage après la saturation de la chaux par l'acide sulfurique, est coulé dans des moules en fer-blanc légèrement évasés, d'une capacité de 3 $\frac{1}{2}$ décimètres cubes. Ces acides éprouvent un peu de retrait par leur solidification, et ils sortent facilement des moules. Ces pains pèsent environ 2 kilogr.; ils ont la consistance du beurre et une teinte fauve qui est due à l'acide oléique liquide interposé entre les cristaux d'acides stéarique et margarique.

La pression se fait d'abord à froid; pour cela les pains d'acide sont enveloppés chacun dans une serge, et on les superpose sur le plateau d'une presse hydraulique, que l'on ne fait agir que progressivement et avec lenteur pendant l'espace de six heures. Cette première pression à froid fait écouler la plus grande partie de l'acide oléique, qui colore fortement les substances étrangères qu'il retient en dissolution.

Pour retirer le reste de l'acide oléique, il est nécessaire de presser à chaud, mais à une température à peine supérieure à + 40°. Dans ce but on se sert de presses hydrauliques horizontales, dans lesquelles les pains sont placés verticalement dans des étendelles en crin, entre chacune desquelles on place des plaques en fonte préalablement chauffées en les plongeant à chaque opération dans de l'eau bouillante. De cette manière on fait sortir les dernières traces d'acide oléique qui s'écoule directement dans des cristallisoirs, où il laisse cristalliser par le refroidissement une grande partie des acides stéarique et margarique qui s'y sont dissous par la chaleur : après avoir été pressés à froid pour en retirer l'acide oléique, ces nouveaux pains sont réunis aux acides gras des opérations suivantes.

Le mode de chauffage par les plaques de fonte n'est pas très-uniforme : dans quelques usines on obtient une température plus convenable en donnant à la bâche qui contient les pains des parois

doubles dans lesquelles on fait circuler de la vapeur qui pénètre aussi dans les plaques qui séparent les étendelles.

A la suite de cette pression à chaud les pains n'ont pas une épaisseur de plus d'un centimètre; ils sont d'un blanc jaunâtre, durs, un peu cassants; c'est un mélange d'acides stéarique et margarique qui retient encore de la chaux, et qu'il est nécessaire de purifier, de clarifier et de blanchir.

En les traitant dans la cuve à acide par de l'acide sulfurique à 3°, on enlève la chaux que les acides ont pu retenir en combinaison. Une heure d'ébullition est plus que suffisante pour décomposer les stéarates et margarates de chaux. Il faut ensuite enlever l'excès d'acide sulfurique et le sulfate de chaux par des lavages à l'eau bouillante : une fois ce lavage achevé, on laisse reposer, et l'on décante les acides gras dans une autre cuve avec de l'eau ne contenant pas de chaux; si elle en contenait, il faudrait l'enlever au moyen d'un peu d'acide oxalique. On fait bouillir, on renouvelle cette opération deux fois, puis on clarifie avec des blancs d'œuf. On laisse reposer et l'on coule les acides gras soit en pains, soit directement dans les moules à bougies : cependant ce ne sont pas ordinairement les fabricants d'acide stéarique qui confectionnent eux-mêmes les bougies.

FABRICATION DES ACIDES GRAS PAR L'ACIDE SULFURIQUE.

Cette fabrication, très-improprement nommée *saponification par les acides*, est fondée sur ce que l'acide sulfurique concentré opère un dédoublement semblable, mais par un autre ordre de réactions. En effet, sous l'influence de l'eau de cet acide il se combine avec toutes les substances qui composent la matière grasse et produit des acides *sulfozglycérique*, *sulfoléique*, *sulfomargarique*, et *sulfostéarique*. L'acide sulfoléique est soluble dans l'eau froide, et peut en même temps que l'acide sulfoglycérique ainsi être séparé des deux autres acides; ces trois acides sulfogras sont facilement dédoublés par l'eau bouillante, qui s'empare de l'acide sulfurique qui entre dans leur composition.

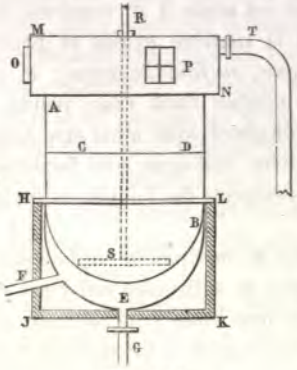
Pour cette nouvelle industrie on ne se sert pas de suif, à moins qu'il ne soit de qualité très-inférieure; la substance qui y est employée en plus grande abondance est une huile concrète, de consistance butyreuse, que l'on reçoit du Sénégal et de la Guinée sous le nom *d'huile de palme*, et qui est extraite par expression de l'a-

mande du fruit d'un palmier très-commun dans ces contrées; cette huile est d'un jaune orangé et d'une odeur aromatique. On a vu au tome V, p. 501, que par la saponification il se produisait un acide gras qu'on nomme palmitique, qui ne fond qu'à + 62°, et dont par conséquent les propriétés ont de l'analogie avec celles des acides stéarique et margarique. On se sert aussi de ce qui est connu dans le commerce sous les noms de *graisses de Reims* et de *Turcoing*, provenant du graissage et du dégraissage des laines; on emploie les *graisses de boyaux*, les dépots des *huiles de poisson et de foie de morue*, les résidus et *dépôts de l'huile d'olive*, les graisses provenant des résidus de grandes cuisines, dites de *graisses vertes*, etc.

Les matières grasses impures, telles que les résidus savonneux, les graisses vertes, etc., doivent subir un traitement préalable par l'acide sulfurique faible, qui décompose les savons, dissout des matières organiques étrangères et les matières calcaires; on opère dans les cuves doublées de plomb qui ont été décrites, on fait agir la vapeur pendant une heure, puis on laisse reposer; on soutire le liquide aqueux, on lave la matière grasse à chaud, on laisse reposer, et la matière grasse décantée est chauffée à la vapeur dans des vases plats afin d'évaporer l'eau qu'elle contient; elle peut alors subir le traitement par l'acide sulfurique concentré, comme les matières grasses neutres pures.

SAPONIFICATION ACIDE.

L'opération se fait dans une chaudière en forte tôle de cuivre ou de fer doublée en plomb : c'est une sorte de manchon AB (*fig.* 664) dont le fond est hémisphérique et à double fond, dont le diamètre n'a que les trois quarts de la hauteur, et dont un tiers est formé par une hausse en tôle plombée CD, qui augmente sa capacité. Le double fond E reçoit la vapeur par un tube latéral F, et l'eau condensée s'en va par le retour d'eau G placé au fond. La partie inférieure de la chaudière est prise dans un cadre HJKL, qui conserve la chaleur et maintient solidement la chaudière, qui est surmontée par



(Fig. 664.)

un cylindre d'un plus grand diamètre MN, en tôle plombée; elle a sur un côté un trou d'homme O, par lequel on charge les matières; sur deux autres côtés deux portes en fenêtre, P, en regard l'une de l'autre et par lesquelles on peut voir les progrès de l'opération; enfin, du côté opposé au trou d'homme, par lequel on charge les matières, un tuyau T se rend sous le cendrier du fourneau qui chauffe le générateur, cendrier au fond duquel est placée une sorte de cuvette en fonte pour retenir les matières liquides qui ont pu être entraînées par les gaz et les vapeurs : un agitateur mécanique RS mêle continuellement les matières contenues dans la chaudière.

Pour faire l'opération on introduit d'abord les matières grasses dans la chaudière par le trou d'homme, puis l'acide sulfurique concentré, dont la quantité varie selon la nature de la graisse : pour l'huile de palme il n'en faut que 9 pour 100 de son poids; pour les graisses vertes, celles de Reims, de Turcoing, que l'on mêle, il en faut de 12 à 13 pour 100, et pour les suifs de 12 à 16 pour 100 selon leur qualité. Comme il y aurait des inconvénients à ne pas employer exactement la quantité nécessaire, il faut toujours la déterminer par un essai en petit pour chaque espèce de graisse que l'on doit traiter.

On chauffe à + 115° environ; l'opération dure au moins douze heures et quelquefois dix-huit. Quelque temps après l'application de la chaleur la matière commence à se colorer en violet, dont la nuance augmente peu à peu et disparaît quand l'opération est terminée ; sa durée étant variable: lorsqu'on croit que l'on approche de sa fin on ouvre le trou d'homme, et l'on puise un peu de la matière, que l'on coule dans une soucoupe : par le plus ou le moins de solidité de la matière refroidie et par sa décoloration on peut juger du point où en est arrivée l'opération: quand elle est achevée la matière est beaucoup plus consistante.

Pendant ce temps il se dégage de l'acide sulfureux, des vapeurs pyrogénées d'une odeur infecte, de l'acroléine, etc., et même des acides gras; c'est pourquoi l'on est forcé de diriger ces vapeurs et ces gaz sous un foyer qui brûle les unes et envoie les autres au loin par sa cheminée.

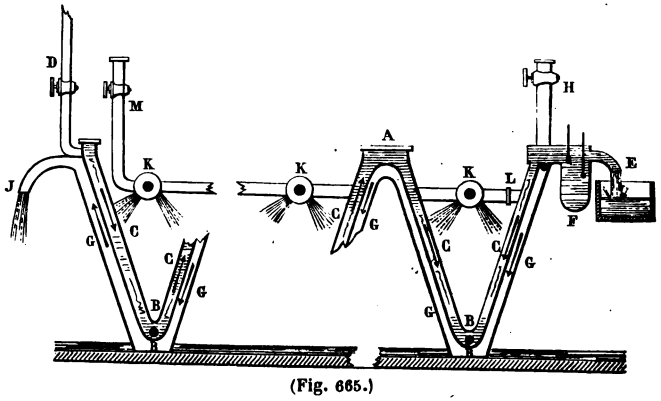
Lorsque la réaction est terminée, on cesse de chauffer, on laisse refroidir pendant deux heures, puis au moyen d'un siphon on décante le liquide dans un vase rempli d'eau au tiers de sa capacité; on y fait passer un courant de vapeur de manière à chauffer à

+ 100°, température suffisante pour décomposer les acides sulfogras: l'acide sulfurique devenu libre reste en dissolution dans l'eau, avec l'acide sulfoglycérique; les acides gras viennent à la surface; on fait écouler le liquide aqueux acide pour laver ensuite les acides gras avec de l'eau bouillante.

Pendant la réaction dans la chaudière il se produit un dépôt noirâtre bitumineux, dont la proportion varie de 4 à 10 pour 100 de la matière grasse employée : ce résidu bien lavé à l'eau bouillante peut servir à produire du gaz d'éclairage en le mélangeant avec de la sciure de bois imprégnée des résidus de la filtration de l'huile de colza.

Cette opération n'est qu'une préparation préalable, et elle ne donnerait pas des produits convenables pour la fabrication de bougies; en effet leur point de fusion ne s'abaisse que d'environ 14 degrés, parce que le dédoublement en acides gras et en glycérine n'est pas complet, et que ces produits doivent être soumis à une distillation, ce que nous allons décrire.

Les matières grasses obtenues par cette opération, et parfaitement lavées, retiennent toujours de l'eau; on les retire avec de grandes cuillers pour les faire couler dans un récipient particulier servant de réservoir, qui a une double enveloppe, dans laquelle passe l'eau d'un retour vers le générateur, qui maintient la matière grasse à une température d'environ + 50°, suffisante pour la conserver à l'état liquide et faciliter la précipitation des corps étrangers et d'une grande partie de l'eau après un certain temps de repos. Cependant le liquide gras retenant encore de l'eau, dont il faut le débarrasser,

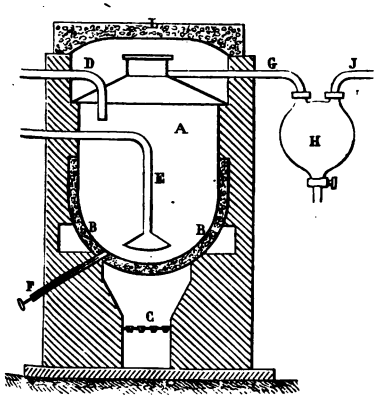


(Fig. 665.)

on le fait couler dans une chaudière A (*fig.* 665) plate, de deux mètres carrés, entourée par une enveloppe B servant de rigole, dans

laquelle s'écoule l'eau qui se condense sur le couvercle bouché C, qui la recouvre et dont les bords la dépassent; cette rigole, formant ainsi fermeture hydraulique, est pourvue d'un trop-plein par lequel l'excès d'eau condensée s'écoule. Cette chaudière est chauffée par la chaleur perdue d'un fourneau DE du foyer F, dont la flamme circule sous les voûtes GH pour chauffer les tubes d'un serpentin en fonte JJ..... dans lesquels on fait arriver de la vapeur d'eau en ouvrant le robinet K, adapté à un tube venant du générateur, vapeur qu'on fait sortir par l'autre robinet après qu'elle a été chauffée à + 300° pour arriver dans la chaudière à distillation, qui reçoit par le tube M les matières grasses desséchées dans la chaudière A.

La distillation se fait dans une chaudière en cuivre, de 1m,40 de diamètre sur 1m, 80 de hauteur au-dessous du couvercle, qui est boulonné et au centre duquel se trouve un trou d'homme. Cette chaudière A (*fig.* 666) est posée dans un bain de sable que contient une chaudière concentrique en fonte B, et chauffée directement par le foyer C au-dessus duquel elle est posée; l'intervalle entre la chaudière de distillation et celle de fonte est de 3 centimètres. Les matières grasses desséchées provenant de la chaudière A de la fig. 665 y sont introduites par le tube D, et la vapeur surchauffée dans les serpentins représentés dans la même figure pénètre presque jusqu'au fond de la chaudière par un tube E, terminé par une pomme d'arrosoir, qui divise la vapeur : au fond de cette chaudière se trouve un tuyau de vidange F, à soupape, par lequel on évacue le résidu épais qui s'y accumule après trois ou quatre jours.



(Fig. 666.)

Pour opérer on chauffe la matière grasse, dont on observe la température au moyen d'un thermomètre; dès que cette température est arrivée à + 250°, on introduit la vapeur surchauffée, qui est entre + 250° et + 300°. A ce degré la portion de graisse neutre qui existait encore dans le mélange se dédouble promptement en acides et en glycérine. Le courant de vapeur entraîne les

acides gras qui arrivent par le tube G dans un vase intermédiaire H, et passent de là par le tube J dans un réfrigérant composé d'un double serpentin. Au commencement de l'opération il se produit de la mousse, qui monte en entraînant de la matière grasse et qui passerait non distillée dans le serpentin sans le vase intermédiaire H, destiné à les retenir. A la partie inférieure se trouve un robinet par lequel on le vide : les matières qu'on en retire sont replacées dans la chaudière à dessiccation A de la fig. 665, pour être distillées plus tard. Le fourneau est recouvert d'un cadre L rempli de cendres, afin de concentrer la chaleur au-dessus du couvercle de la chaudière.

La chaudière contient en moyenne 1,000 kilogr. de matières grasses : il faut de douze à quinze heures pour les distiller ; le résidu a la consistance du bitume, et sa proportion est de 6 à 7 centièmes de la matière.

Les produits de la distillation ne conservent pas la même composition pendant tout le temps de l'opération, car ils ont des fusibilités différentes, dépendant aussi de la nature des graisses que l'on a distillées, comme on le voit par le tableau suivant, donné par M. Payen :

	Graisses vertes et graisses d'os.	Huile de palme.
1er produit.	40°	54°,5
2e —	41	52
3e —	41	48
4e —	42,5	46
5e —	44	44
6e —	45	41
7e —	41	39°,5

Ce tableau fait voir que les produits des graisses vertes sont en général plus fusibles que ceux de l'huile de palme; ainsi la moyenne des premières est à 42°,1 et celle des secondes d'environ 46,5. Ces produits ont une consistance butyreuse comme ceux de la saponification par la chaux, et comme eux doivent être énergiquement pressés d'abord à froid puis à chaud ; l'huile de palme donne au maximum 80 pour 100 de produit brut, qui après les deux pressions laisse 52 d'acide solide.

La distillation faite de la manière que nous venons de décrire consomme quatre parties d'eau réduite en vapeur pour en produire une seule d'acide gras. M. de Milly a modifié l'opération : il ne

chauffe la matière grasse qu'à + 180°, au moyen d'un bain d'air, et il emploie la vapeur à + 150° seulement, et au lieu de la faire barboter dans le bain de graisse il la fait arriver à sa surface ; de cette manière il n'use au maximum que deux parties d'eau transformée en vapeur pour produire de même quatre parties d'acides gras, c'est-à-dire huit fois moins. Les produits sont de même nature et l'économie en combustible est considérable.

Les matières diverses donnent des quantités très-différentes des produits bruts. Voici leur rendement moyen :

Nature des matières.		
Acide oléique des fabriques par la chaux. . .	27,5	»
Résidus du dégraissage de Tourcoing.	48,5	»
— de Reims.	52,5	»
Huile d'olive épaisse.	57,5	»
Suif d'intestins.	63,0	»
Huile de palme.	77,5	»

M. Poisat distille les matières grasses d'une manière continue, comme on l'avait essayé avant lui ; mais son appareil est mieux combiné. Dans les différents systèmes c'est un bain de plomb qui sert de bain-marie ; on le chauffe au point d'être seulement pâteux mais non liquide, ce qui donne une température de + 325° environ : les matières dans le plus ancien procédé sont dans une chaudière cylindrique n'ayant aucun contact avec le plomb ; dans celui de M. Poisat, la section de chaudière de fonte dans laquelle on met le plomb est trapézoïdale, celle qui doit contenir les matières grasses est un demi-manchon qui passe sur le plomb avec lequel les matières sont en contact. Dans les deux cas le niveau de ces matières ne varie pas ; il est entretenu par un écoulement à peu près constant, au moyen d'un flotteur qui pénètre à travers le tube dans l'intérieur de la chaudière ; quand le niveau s'abaisse le flotteur suit son mouvement et la soupape conique que porte sa tige s'abaisse et laisse couler de la graisse.

FABRICATION DES BOUGIES STÉARIQUES.

Les bougies stéariques ne peuvent être fabriquées comme les bougies de cire, à cause de la facilité avec laquelle l'acide stéarique cristallise ; il faut quelques précautions particulières. D'abord pour diminuer la tendance à cristalliser on ajoute de 3 à 5 pour 100 de

cire, ce qui rend en même temps la matière moins friable, et on la coule dans des moules pareils à ceux qui servent pour les chandelles; l'entonnoir qui est à la partie supérieure du moule a plus de hauteur, afin que le moule soit plus exactement rempli, ces acides prenant un retrait considérable en se solidifiant. Les moules sont isolés, comme ceux des chandelles, mais le plus ordinairement ils sont réunis, au nombre de trente, sur trois lignes, ayant un entonnoir commun; disposition plus commode pour leur chauffage, car ils doivent être portés à la température de + 45° par un bain d'air chauffé à + 100°, par un courant de vapeur circulant dans une double enveloppe; ce chauffoir en effet est composé de deux caisses en tôle : les moules sont plongés dans la caisse intérieure, l'extérieure reçoit la vapeur par une ouverture latérale munie d'un tube; au côté opposé sont adaptés deux robinets, dont celui de la partie supérieure sert à faire dégager l'air qui se trouve dans la capacité libre entre les deux caisses, tandis que celui de la partie inférieure sert à faire écouler l'eau condensée.

Les mèches dont on se sert pour ces bougies sont tressées : on prétend que c'est pour éviter de les moucher ; mais celles dont on se sert pour les bougies de cire ne sont pas tressées, et l'on n'a pas besoin de les moucher. L'expérience a cependant démontré que le tressage était nécessaire pour que les bougies stéariques brûlassent convenablement : la mèche tressée tend toujours à se recourber dans le même sens; il faut qu'elle soit tordue, afin que la courbure de la mèche ne soit pas toujours du même côté. Voici comment on s'y prend : à l'aide d'une tige terminée par un crochet qu'on enfile dans la mèche, on la tire pour la faire sortir par le bout conique du moule; on la fixe du côté de l'entonnoir par un disque évidé, au centre duquel est un trou dans lequel la mèche est passée, et y est retenue par un nœud; on la tend en tirant légèrement le bout qui sort par l'extrémité conique et dans lequel on introduit une petite cheville en bois qui fixe solidement la mèche en la maintenant dans l'axe du moule; on fait faire plusieurs tours au disque qui la retient, afin de la tordre convenablement.

Un autre inconvénient à éviter, c'est que les cendres de la mèche en retombant sur la bougie ne la salissent et ne la fassent couler : on a cru que les cendres du coton en étaient seules la cause : s'il en était ainsi, la même chose arriverait avec les mèches des bougies de cire,

ce qui n'a pas lieu. Il est probable que cela tient à ce que dans la fabrication par la chaux, ou par les lavages des acides gras obtenus de la distillation, la bougie retient une petite quantité de stéarate de chaux dont la base vient s'ajouter aux cendres de la mèche et en augmenter la proportion. En plongeant les mèches dans de l'eau contenant de 5 à 8 millièmes d'acide borique et de 3 à 5 millièmes d'acide sulfurique, on diminue le volume de ces cendres au point de le rendre à peine sensible. L'acide borique se combine avec la matière des cendres, et forme un borosilicate de chaux et de potasse très-fusible qui produit un globule vitreux que l'on peut apercevoir à l'extrémité de la mèche; l'acide sulfurique en se décomposant favorise la combustion de la mèche, dont il facilite en outre la courbure.

Après avoir ainsi disposé et chauffé les moules à + 45° environ, ce que l'on vérifie au moyen d'un thermomètre, on les remplit d'acide stéarique préalablement fondu à une température voisine de la cristallisation, c'est-à-dire entre + 54° et + 57°; on se sert pour cela d'une cuillère à bec; les moules sont chauffés dans le but de faciliter le remplissage; en effet, s'ils étaient froids, l'acide que l'on coule étant presque à la température à laquelle il se solidifie, les bougies pourraient présenter des creux : cependant, il ne faut pas qu'ils soient trop chauffés, car la matière en se solidifiant lentement ne cristalliserait pas confusément, comme cela est nécessaire. On en coule assez pour que l'entonnoir qui surmonte les moules soit presque plein, et que la masselotte dans laquelle on plonge deux poignées en fer-blanc pendant qu'elle est encore fluide soit assez épaisse pour qu'elles s'y trouvent fixées quand le tout est solidifié.

Comme les moules qui ont été enlevés du chauffoir et portés sur un châssis en bois avant de les remplir se refroidissent rapidement, on enlève les chevilles, on fixe les mèches, et avec les deux poignées on retire les bougies des moules; on en détache la masselote, puis on coupe la mèche de chaque bougie au-dessous du disque qui retenait le nœud.

Les bougies ont une légère teinte jaunâtre; on ne peut la leur faire perdre qu'en les exposant à la lumière et à l'humidité, seul procédé qu'on ait encore trouvé pour le blanchiment de l'acide stéarique comme pour celui de la cire. Pendant ce temps les bougies se recouvrent ordinairement de poussière et de corps étrangers qui adhèrent à leur surface et la salissent; pour les nettoyer on les plonge dans une dissolution de cristaux de soude mar-

quant seulement 1°; on les étend ensuite sur une toile sans fin, qui les fait passer successivement sous un tampon garni de laine qui a un mouvement de va-et-vient perpendiculaire à celui de la toile; cet appareil les essuie et leur donne en même temps un commencement de polissage, que l'on achève sous une frotteuse semblable, après les avoir rognées toutes à la même longueur.

On se sert maintenant d'une machine très-simple pour rogner et polir les bougies; c'est une trémie dans laquelle on pose toutes les bougies dans le même sens; elles y sont prises une à une et passent devant une scie circulaire qui les rogne; elles tombent ensuite sur un drap de laine sans fin, supporté par six petits cylindres qui le font passer sous des tambours qui leur communiquent leur mouvement : trois gros cylindres, recouverts de drap, reçoivent un mouvement en sens contraire par leur pignon et en même temps un mouvement de va-et-vient rapide dans le sens de leur axe. Les bougies, entraînées par le mouvement général entre le drap et les cylindres qui les frottent dans le sens de leur longueur, tombent de là toutes lustrées dans une auge en bois. La plupart des bons fabricants ont adopté le moyen imaginé par M. de Milly, lequel consiste à mettre une marque à la base de la bougie avec un cachet en bronze qui est chauffé à + 70° par une seule veilleuse. Cette marque est une garantie contre une fraude fréquente dans ce commerce, qui consiste à couler d'abord de l'acide stéarique dans les moules, puis à les vider lorsqu'il s'en est attaché une épaisseur de 1 ou 2 millimètres le long des parois pour remplacer l'acide de l'intérieur par des acides gras de qualité inférieure ou même par du suif : ces bougies fourrées, si elles étaient toujours vendues sous le nom de bougies-chandelles, ne seraient plus une fraude, puisqu'on annoncerait ce qu'elles sont et qu'elles pourraient se vendre alors à un prix moins élevé.

Les acides gras obtenus par distillation n'ont jamais la fermeté de ceux qui sont produits par la saponification au moyen de la chaux; aussi commence-t-on par couler dans les moules de l'acide venant de la saponification et très-blanc pour leur faire une espèce de *robe* plus ferme, comme celle des bougies fourrées; on agit de la même façon, seulement on substitue au suif les acides gras distillés, qui ont l'inconvénient de prendre plus de retrait que ceux provenant de la saponification par la chaux. On achève d'ailleurs de les façonner de la même manière.

APPLICATIONS DE L'ACIDE OLÉIQUE.

Dans la saponification du suif par la chaux, cette graisse donne 50 pour 100 de son poids d'acide oléique et 40 à 45 du mélange d'acides stéarique et margarique; la valeur de ces deux produits est très-différente, l'acide oléique se vendant de 70 à 90 fr. les 100 kilogr., tandis que les acides solides se payent de 240 à 270 fr. les 100 kilogr. Nous venons de voir l'usage que l'on fait de ces derniers; quant à l'acide oléique, il a besoin d'une épuration, qui consiste à le laisser reposer dans un local frais, dans une cave, par exemple, où il laisse déposer peu à peu la petite quantité d'acides solides qu'il tient en dissolution et que l'on sépare en filtrant. Les acides solides recueillis sont pressés pour être joints à ceux obtenus dans une autre opération.

L'acide oléique est employé pour le graissage des laines, ce qui donne une économie notable, et de plus on l'enlève plus facilement que l'huile après que la laine a été travaillée; mais il faut pour cela que l'acide oléique ait été bien lavé et purgé autant que possible d'acides solides.

Le graissage des laines se fait, selon les localités, avec de l'huile d'olive, de l'huile d'arachide, ou du beurre liquéfié; toutes ces substances sont d'un prix plus élevé que celui de l'acide oléique, que l'on emploie en même quantité, c'est-à-dire 5 pour 100 du poids de la laine : les huiles et le beurre ne peuvent ensuite être enlevés des laines qu'au moyen du savon vert, dont il faut le double en poids, ou par le foulage avec l'argile à foulon lorsque l'on opère sur du drap, ce qui exige alors de la main-d'œuvre. M. Payen, qui a bien étudié ces opérations, représente ainsi les dépenses des deux procédés, pour démontrer l'économie qui résulte de l'emploi de l'acide oléique :

LAINES EN DÉCHET.

Huile	5 kilogr.	7 fr. 50 c.	Acide oléique..	5 kilogr.	3 fr. 50 c.
Savon vert.....	10 —	6 fr. 00 »	Carb. de soude cristallisé...	3 —	1 fr. 50 c.
		13 fr. 50 c.			5 fr. 00 »

Il y a donc dans ce cas une économie de 8 fr. 5 c. par 100 kilogr. de laine traitée.

POUR 40 KILOGR. DE DRAP.

Huile d'olive.	8 kil.	12 fr.	Acide oléique..	8 kilogr.	5 fr. 60 c.
Argile et main-d'œuvre.....		3 fr.	Carb. de soude cristallisé...	2 —	1 fr. 00 »
		15 fr.			6 fr. 60 c.

Il y a donc ici encore économie de 8 fr. 40 c. Aussi dans beaucoup d'usines a-t-on pris le parti de ne se servir que d'acide oléique.

L'acide oléique est employé aussi à la fabrication d'un savon pour lequel on se sert de carbonate de soude en dissolution; l'opération se fait dans des chaudières en tôle chauffées par la vapeur qui circule dans un double fond; l'acide carbonique se dégage facilement pour compléter sa saponification. Il faut cependant ajouter à la fin de l'opération une petite quantité de soude caustique. Ce savon est placé dans des moules en bronze de forme cubique et cannelés sur leurs parois verticales; ce savon est assez ferme pour être employé comme le savon de Marseille, mais en généra il n'est pas fait avec assez de soin, car il retient des sels qui forment peu à peu des efflorescences assez abondantes à sa surface.

FABRICATION DES SAVONS.

La fabrication des savons est une des branches les plus importantes de l'industrie chimique; nous ne reviendrons pas sur la théorie de cette opération, qui est due aux savantes recherches de M. Chevreul : avant cette époque on ne s'en rendait pas compte. En effet, Pelletier pensait que c'était à l'action de l'acide carbonique qu'était due la solidification des huiles; Fourcroy l'attribuait à une combinaison avec l'oxygène. Pelletier, Darcet et Lelièvre firent connaître que toutes les huiles ne se saponifiaient pas avec la même facilité; que les savons fabriqués avec la potasse étaient toujours mous, tandis que ceux qui étaient obtenus avec la soude étaient toujours durs; enfin que les savons mous pouvaient être convertis en savons durs en les traitant par le sulfate de soude ou le chlorure de sodium; ces derniers faits, confirmés par Colin, auraient pu mettre ce dernier chimiste sur la voie de la vraie théorie des savons, mais il n'en tira aucune conséquence.

Scheele avait découvert la glycérine, qui aurait pu aussi servir à découvrir la nature des savons, mais personne ne chercha dans ce résultat comment ce corps pouvait se produire, et cette découverte n'amena que la connaissance de ce corps, auquel ce chimiste donna le nom de principe doux des huiles.

Les savons sont tous insolubles dans l'eau, excepté ceux de potasse, de soude et d'ammoniaque; les premiers s'obtiennent par

double décomposition, et ont peu d'importance; cependant quelques-uns qui sont colorés sont employés pour colorer des stucs; un savon alumineux a été préconisé et employé pour rendre les draps imperméables. Les savons solubles dans l'eau se font toujours directement; ceux de potasse ou de soude se font à chaud : cependant on peut faire du savon de potasse à froid. Les savons ammoniacaux se font toujours à froid, et ne sont fabriqués que pour les besoins de la médecine.

Quant aux savons durs, qui s'obtiennent par la soude, pour leur fabrication on se sert d'huile d'olive, d'huile de palme, de suif : ordinairement on ajoute à l'huile d'olive d'un cinquième à un dixième d'huile de graine, qui le rend un peu moins ferme et, selon le langage de la fabrique, lui donne une coupe plus douce; nous venons de voir qu'on se servait aussi d'acide oléique provenant de la fabrication de l'acide stéarique.

Les savons mous, c'est-à-dire à base de potasse, se fabriquent avec les huiles de graines de chènevis, de lin, de colza, de coton, etc., et même avec l'axonge pour certains savons de toilette. Les savons mous sont ordinairement colorés en vert ou en noir ; cette coloration est produite par une addition d'acide sulfindigotique ou de sulfate de cuivre, ou enfin par du sulfate de fer et de la noix de galle. Toutes les huiles ne donnent pas des savons de même qualité; les fabricants appellent *huiles froides* celles qui se solidifient facilement par le froid et *huiles chaudes* celles qui ne se figent qu'à une température très-basse. Les huiles siccatives produisent des savons plus mous que les huiles non siccatives : en France les fabricants préfèrent les huiles froides pour faire leurs savons mous.

On fabrique aussi des savons dans lesquels les huiles sont remplacées, au moins en partie, par des résines; c'est principalement en Angleterre, en Belgique et dans le nord de la France que l'on prépare ce genre de savon.

On mélange quelquefois plusieurs sortes d'huiles pour faire les savons mous ; mais leur choix n'est pas indifférent pour toutes les espèces de savons, car ces huiles ne sont pas toutes susceptibles de former des mélanges parfaits; ainsi, selon le docteur Ure, si l'on ajoute au suif 5 pour 100 de son poids d'huile de navette, le savon reste fibreux, et ne saurait être employé. Certaines huiles ne peuvent produire de bons savons : ainsi celles de noix et de lin, qui se saponifient difficilement, ne donnent que dès savons gras et gluants; l'huile de chènevis est plus favorable; les huiles de poisson ne le sont pas plus

que celle de chènevis; ce sont les huiles d'olive et d'amande douce qui se saponifient le plus facilement.

On avait remarqué que pendant la saponification les matières solides se combinaient les premières avec l'alcali; cette propriété a été utilisée, comme on l'a vu précédemment, pour enlever à l'acide oléique les acides stéarique et margarique qu'il retient, même après avoir reposé longtemps dans un endroit frais, et dont il est nécessaire de le séparer.

Les huiles et les graisses avec lesquelles on veut fabriquer des savons doivent être fraîchement préparées ou au moins avoir été conservées à l'abri de l'air; car lorsqu'elles ont absorbé de l'oxygène, leur saponification est plus difficile; il en est de même de celles qui ont été purifiées par l'acide sulfurique.

SAVONS DURS.

Cette sorte de savons, dont on fabrique des quantités énormes à Marseille, était jadis vendue à toute l'Europe sous le nom de savon de Marseille; on l'obtient au moyen de l'huile d'olive, à laquelle on ajoute quelques centièmes d'huile d'œillette et de la soude caustique.

Avec les huiles d'olive des divers pays on n'obtient pas des savons de la même qualité : ainsi les huiles de la Provence, très-riches en margarine, donnent un savon plus ferme que ne le font les huiles du midi de l'Italie, avec lesquelles il est vrai on fabrique un savon très-blanc mais trop mou, parce qu'elles sont moins riches en acide solide; il en est de même des huiles qui viennent de la Corse et de la Sardaigne, ce qui fait que l'on est obligé de les mélanger. Les huiles de la Sicile donnent des savons colorés en vert : celles qui viennent du Levant sont dans le même cas; aussi est-on forcé de les mélanger. Maintenant que l'Algérie peut fournir de grandes quantités d'huile d'olive, les fabricants auront bientôt pu apprécier leurs qualités. L'Espagne fournit des huiles de même qualité que celles de la Provence, tandis que celles qui viennent de Tunis donnent des savons mous et colorés.

La saponification s'obtient au moyen de lessives caustiques de soude artificielle, sans mélange, puis d'autres lessives auxquelles on ajoute une assez forte proportion de dissolution de chlorure de sodium et que l'on nomme lessives salées, lesquelles servent à la fin de l'opération.

Cette fabrication demande une très-grande habitude de la part des ouvriers; elle consiste en une suite d'opérations, dans l'ordre suivant, et dont dépend la réussite de la cuite :

1° Préparation des lessives;
2° Empâtage de l'huile;
3° Relargage de la pâte;
4° Coction du savon;
5° Madrage (opération par laquelle on fait les marbrures);
6° Coulage en caisses.

SAVONS MARBRÉS.

PRÉPARATION DES LESSIVES CAUSTIQUES.

On choisit la soude artificielle la plus pure, on l'écrase et l'on y mêle le tiers de son poids de chaux éteinte dans des bassins en maçonnerie qu'on nomme *barquieux :* on y fait arriver ensuite de l'eau pure ou de la lessive très-faible qui provient du dernier lavage d'une opération précédente : l'opération se fait à froid, le carbonate de soude se dissout peu à peu, et la chaux s'empare de l'acide carbonique. Après douze heures de contact, par une ouverture percée près du fond des barquieux on fait écouler dans des citernes cette première lessive, qui marque environ 25° au pèse-sel, puis on bouche l'ouverture.

On introduit alors sur le résidu une nouvelle quantité d'eau égale à la première; après quelques heures on soutire cette seconde lessive dans une autre citerne: elle ne marque que 10° à 15°. On ajoute une nouvelle quantité d'eau égale aux premières, ce qui donne une troisième lessive, qui ne marque que 5° environ, et qu'on reçoit aussi dans une citerne à part, pour ne rien perdre de la soude que retient le résidu. On peut ajouter une quatrième fois de l'eau; mais alors cette lessive, trop faible, ne peut servir qu'à abreuver une nouvelle quantité de mélange.

L'empâtage exige le mélange de ces trois lessives par parties égales, ce qui donne pour cette opération une lessive qui marque 13° $\frac{1}{8}$.

On a besoin de lessives plus concentrées pour la coction; on a alors recours à un lavage méthodique, au moyen de quatre bar-

quieux. Ces lessives doivent marquer de 28° à 30°. Les lessives salées se font en mêlant 64 parties en volume de soude, 26 de chaux éteinte, et 10 de soude salée contenant 50 pour 100 de chlorure de sodium. Il serait beaucoup plus simple, comme le fait observer M. Dumas, de mêler 69 parties de soude pure, 26 de chaux éteinte et 5 de chlorure de sodium.

EMPATAGE.

En France l'empâtage se fait dans de grandes chaudières, dont le fond seul est en cuivre et les parois, qui sont inclinées, sont en briques; ces chaudières peuvent contenir 12,000 kilogr. de savon. Aux États-Unis elles sont entièrement en fonte, et sont composées de trois parties réunies par du ciment de fonte; ces trois parties sont: un fond presque hémisphérique et deux troncs de cône pris dans la maçonnerie, de sorte que le fond seul reçoit l'action directe de la chaleur.

On introduit d'abord dans la chaudière 32 hectolitres de lessive ne marquant pas plus de 11°; on chauffe jusqu'à l'ébullition, puis on y ajoute alors de 30 à 40 hectolitres d'huile. Lorsque la température du mélange approche de l'ébullition, on agite de temps en temps avec un râble pour faciliter la combinaison. Lorsqu'elle y est arrivée il se produit beaucoup d'écumes, mais ces écumes diminuent progressivement, finissent par disparaître, et l'ébullition devient régulière. L'ébullition continuant, une portion de l'eau s'évapore, la pâte prend de la consistance, et bientôt on voit apparaître des jets de fumée noire, qui sont dus au contact de la pâte avec le fond de la chaudière. Il faut alors modérer la chaleur, qui finirait par décomposer une partie du mélange : il suffit d'ouvrir les portes du fourneau et d'ajouter 4 hectolitres de lessive à 20° ou à 25°; cette lessive détrempe la pâte, et se combine avec elle lorsqu'on agite fortement avec le râble.

Il arrive quelquefois que le mélange reste liquide; l'expérience a montré que cet accident résultait de ce que la quantité de lessive était trop considérable : on y remédie en ajoutant une certaine quantité d'huile; on agite avec le râble, et bientôt la matière prend la consistance pâteuse. Lorsque au contraire c'est la proportion de lessive qui est trop faible, une partie de l'huile vient à la surface du bain, et il faut ajouter de la lessive et agiter avec le râble. Cet effet peut se produire aussi parce que la soude contient une quan-

tité de chlorure de sodium un peu plus considérable que d'ordinaire : dans ce cas on ne peut y remédier qu'en ajoutant de la lessive très-pure. On a cru remarquer que l'on facilitait la combinaison en ajoutant dans la chaudière des débris de savon.

Le savon que l'on fabrique en plus grande quantité à Marseille a une couleur bleue; pour obtenir le bleu pâle, on ajoute dans la chaudière, lorsque l'opération de l'empâtage approche de sa fin, 2 ou 3 kilogr. de sulfate de fer du commerce; si l'on veut un bleu plus foncé, c'est-à-dire une plus belle marbrure, on y met 4 kilogr. de ce sel.

Lorsque la pâte est devenue parfaitement homogène, qu'elle a acquis de la consistance, ou, en langage de la fabrique, lorsqu'elle est assez serrée, l'empâtage est terminé; on retire alors le feu du fourneau, et l'on procède à la seconde opération.

RELARGAGE.

Le relargage a pour but de retirer de la pâte l'excès d'eau qu'elle contient. Dès que le feu est retiré, un ouvrier brasse la pâte sans interruption avec un râble, tandis qu'un autre projette lentement à sa surface une lessive salée que l'on nomme recuit, et que le brassage répartit uniformément dans la masse.

Peu à peu la pâte se crevasse dans tous les sens, en laissant sortir l'excès d'eau qu'elle contenait; après un repos de deux à trois heures environ, on procède à l'*épinage*, opération dont la nécessité est indiquée par la transparence de la lessive qui surnage.

L'épinage est le soutirage de cette lessive, qui a lieu par une ouverture pratiquée au fond de la chaudière et qui n'est fermée pendant les opérations que par un tampon de bois. Pour que la pâte soit débarrassée de l'excès d'eau qu'elle contient, il faut que la quantité de liquide qui s'écoule soit le double de celle de la lessive salée. Lorsque l'écoulement a cessé, on bouche l'ouverture, et l'on verse dans la chaudière 10 hectolitres d'une nouvelle lessive salée marquant 20° au maximum, et l'on brasse. On chauffe alors, et lorsque la lessive est arrivée à l'ébullition on retire le feu, on brasse de nouveau en détachant la pâte qui adhère aux parois de la chaudière, pour la mélanger avec celle qui est à la surface, opération qui constitue le *madrage*.

Dans les grandes fabriques on opère à la fois dans deux chaudières de même capacité; après le madrage, on réunit la pâte des

deux chaudières dans une seule; si l'on n'opère que sur une chaudière, la capacité de la chaudière dans laquelle on met la pâte ne doit être que la moitié de celle de la première. On y procède à la *coction*, ou *cuite*, du savon; on chauffe jusqu'à l'ébullition pendant quelques heures, on retire le feu, puis on opère un nouvel épinage. On bouche l'ouverture, et l'on ajoute au savon 25 hectolitres de lessive salée si l'on opère sur le produit de deux chaudières, ou la moitié si ce n'est que sur celui d'une seule. Cette lessive, plus forte que les autres, marque de 25° à 28°; on fait bouillir faiblement jusqu'à ce qu'elle ait perdu tout son alcali; on retire le feu, puis on épine de nouveau, pour recommencer un nouveau relargage avec la même quantité de lessive salée forte : on recommence ces opérations quelquefois six ou sept fois, jusqu'à ce que la lessive salée conserve enfin de l'alcali malgré la durée de l'ébullition, qui pour cette dernière est de dix à douze heures en hiver et de quinze à dix-huit en été : c'est alors seulement que l'on reconnaît que la coction est terminée, c'est-à-dire que les acides gras sont complétement saturés. Mais lorsqu'on est obligé de multiplier ainsi ces opérations, c'est que la fabrication n'a pas bien réussi : la pâte, très-chargée de sels, ne se réunit pas, elle se divise en petits grumeaux; tandis que dans une opération qui a bien réussi le savon est en gros grains liés ensemble : dans ce cas ce savon pressé entre les mains s'écaille en se refroidissant; il devient très-dur, et son odeur agréable ne rappelle pas celle de l'huile.

MADRAGE.

Lorsque la cuite est terminée on retire le feu, on laisse reposer pendant vingt minutes afin de procéder au madrage, opération indispensable pour que le savon offre dans sa coupe une marbrure convenable. La pâte avant le madrage offre une teinte d'un gris-bleuâtre uniforme, peu agréable à l'œil, et produite par du sulfure de fer et par un savon alumino-ferrugineux qui est d'autant moins soluble que la température est plus basse : ces deux substances, plus pesantes que le savon de soude, se réunissent à la partie inférieure du savon; pour produire la marbrure, il faut les faire remonter. On commence par épiner, puis on pose sur la chaudière une forte planche sur laquelle montent deux ouvriers armés de râbles pour agiter la pâte afin qu'elle se pénètre d'une lessive dont un autre ouvrier l'arrose de temps en temps.

Les ouvriers enfoncent leur râble jusqu'au quart seulement de la profondeur de la pâte et le retirent obliquement en agitant plus fortement lorsqu'ils approchent de la surface, puis ils s'arrêtent pour que la lessive en se répandant sur toute la couche de savon en divise les grumeaux : peu à peu l'on enfonce les râbles plus profondément, on les relève verticalement pour ramener en haut les parties inférieures. Pendant toute cette manipulation on continue à arroser de temps en temps la pâte avec une lessive qui ne doit pas être trop faible, parce qu'alors le savon se séparerait en une couche supérieure de savon blanc et une couche inférieure beaucoup trop foncée et ne présenterait pas de marbrure ; si au contraire on employait des lessives trop fortes on n'aurait qu'une marbrure trop fine. Lorsque l'ouvrier reconnaît à certains caractères, que l'habitude lui a fait remarquer, que l'opération est terminée, on cesse d'agiter et l'on coule la cuite dans les mises.

Comme on le voit, cette opération est assez longue et présente quelques difficultés, outre qu'elle exige de l'ouvrier qui la dirige une assez grande habitude : en Angleterre on la fait d'un manière tellement simple qu'elle est pour ainsi dire sans aucune main-d'œuvre. Quand la cuite est terminée, on répand uniformément à sa surface, au moyen d'un arrosoir, une dissolution concentrée de soude brute qui contient toujours des sulfures, et qui, en raison de sa densité, traverse la pâte de savon en y produisant une marbrure qui, si elle n'est pas aussi belle que celle du savon de Marseille, se produit du moins sans exiger de travail.

Lorsque la marbrure est achevée, on fait couler le savon dans les mises ; pour cela on pose sur la margelle de la cuve une rigole en bois inclinée vers les mises ; les ouvriers puisent le savon avec des *pucheux* à long manche et le versent dans la rigole, d'où il coule facilement dans les mises, qui sont des caisses carrées en bois. On l'y laisse se refroidir lentement, ce qui dure de huit à dix jours selon la température extérieure ; pendant ce temps, la lessive, qui est plus dense, se réunit au fond des mises. Après son complet refroidissement, le savon est devenu assez solide pour qu'un homme puisse monter dessus sans inconvénient ; un ouvrier trace alors à sa surface avec une règle et un poinçon des lignes qui marquent les séparations à faire, puis avec un long couteau il coupe dans toute la profondeur de la pâte autour de la mise une couche de 15 centimètres d'épaisseur, et enfonce le couteau jusqu'à 15 centimètres de profondeur sur toutes les lignes tracées, afin de couper

la masse en pains parallèles ; il ne coupe pas alors plus profondément, parce que le reste de la masse n'a pas encore acquis assez de solidité ; ce n'est que trois jours après que l'on achève de couper les pains dans toute l'épaisseur de la masse, puis on les enlève, et l'on fait écouler la lessive par des coulisses qu'on nomme *sauques*.

La marbrure ne paraît pas encore très-bien ; ce n'est qu'à la longue qu'elle acquiert toute son intensité.

Lorsque les matières premières sont de bonne qualité et que la saturation est bien faite, avec 64 litres d'huile pesant 60 kilogr., on obtient de 90 à 95 kilogr. de beau savon.

SAVON BLANC.

Le savon blanc peut être obtenu par le procédé qui vient d'être décrit, mais à la condition de n'employer que des huiles et des soudes pures : il est clair qu'on ne doit pas y ajouter de sulfate de fer. A Paris beaucoup de petits fabricants le préparent ainsi pour la parfumerie. Cependant la fabrication en grand est toujours plus avantageuse ; à Marseille elle se fait avec les mêmes matières premières que pour le savon marbré, si ce n'est qu'on n'ajoute pas de sulfate de fer. On choisit d'ailleurs des soudes qui ne contiennent pas de quantités notables de chlorure de sodium ni de sulfate de soude, et l'on opère presque exactement comme pour le savon marbré.

La lessive qui sert à l'empâtage ne marque que 9 à 10° ; on en introduit 36 hectolitres dans chaque chaudière, et quand elle est bouillante, on verse dessus 38 hectolitres d'huile la plus blanche. On brasse fortement en chauffant avec précaution, et lorsque l'empâtage est presque terminé on ajoute 4 hectolitres de lessive ne marquant que 2°.

Pour opérer le relargage on ajoute des lessives provenant d'opérations précédentes, et après trois heures de repos on épine. On ajoute dans chaque chaudière 20 hectolitres de lessive marquant 20° et non salée, et l'on fait bouillir pendant deux heures, après quoi l'on épine de nouveau, puis l'on réunit dans une seule chaudière le produit des deux, que l'on mélange fortement avec un râble pour y ajouter 36 hectolitres de la même lessive forte ; on fait bouillir comme dans l'opération précédente, on laisse reposer, on épine pour recommencer de la même façon une troisième opération ; rarement il est nécessaire d'en faire une quatrième pour achever la cuite.

Le savon étant convenablement cuit, on ajoute un peu de lessive faible, on agite fortement avec le râble pour liquéfier la masse, que l'on verse dans une autre chaudière, contenant 20 hectolitres d'une lessive à 5° que l'on a fait chauffer ; on agite doucement avec le râble de manière à obtenir un mélange parfait. Pendant tout ce temps on ne cesse pas de chauffer; et l'on continue encore pendant trente à quarante heures, en remplaçant l'eau évaporée par de successives additions de lessive, après chacune desquelles on agite afin que la pâte reste liquide. On diminue ensuite le feu, et après une heure de repos on épine jusqu'à ce que le savon soit en contact avec le fond de la chaudière. Le feu est alors rendu plus actif ; on arrose les parois de la chaudière avec 2 hectolitres d'une lessive à 2°, en remuant avec une pelle ; on augmente le feu : la pâte ne bout pas, mais bientôt après elle fond ; on ajoute de temps en temps de petites quantités de lessive faible : les parties colorées se déposent. Au bout d'un certain temps, au moyen du râble, l'ouvrier ramène à la surface le liquide qui était au fond de la chaudière ; quand ce liquide est noir et visqueux on est certain de l'homogénéité de la pâte et de la séparation du savon alumineux.

Arrivée à ce point, la pâte est chauffée modérément et brassée pendant deux heures ; on cesse alors le feu pendant trente-six heures, pour laisser le savon ferro-alumineux se déposer parfaitement. Pendant ce temps le savon se recouvre d'une écume volumineuse ; on enlève cette écume avec soin, pour la remettre dans une nouvelle cuite.

On ne coule pas le savon blanc directement dans les mises, comme on le fait pour le savon marbré : le fond de chaque mise est garni d'un lit de chaux en poudre de 2 centimètres, bien uni et recouvert d'une feuille épaisse de papier : au-dessus de la mise on place un crible en fil de fer destiné à retenir les impuretés que pourrait contenir le savon. On puise le savon avec des pucheux, et l'on en remplit des auges en bois ; ces auges, nommées *servidons* et munies de deux anses, sont vidées sur le crible. On continue ainsi à puiser dans la chaudière jusqu'à ce qu'on amène du savon coloré. La surface du liquide devient unie, mais elle se recouvre presque aussitôt d'une pellicule qu'avec une pelle de fer il faut mélanger promptement dans la masse de la pâte.

Au bout de quelques jours le savon a pris un peu de solidité ; on frappe alors sa surface avec de larges pilons en bois, afin de l'unir parfaitement et de lui donner plus de fermeté ; et après cinq ou six

jours encore il est assez ferme pour qu'on puisse le découper, et l'on en forme alors des pains du poids de 25 kilogr. environ.

Quand ce savon a été bien préparé il est très-blanc et parfaitement neutre, ce qui est essentiel pour qu'il conserve sa blancheur; car lorsqu'il contient un excès d'alcali il jaunit et répand une mauvaise odeur. Pour éviter qu'il ne devienne jaune il faut le conserver dans un local d'une température constante et un peu humide.

Le savon coloré qui reste au fond de la chaudière est le cinquième en poids du savon blanc placé dans les mises ; il retient encore une forte proportion de savon blanc ; on le met à part, pour l'ajouter à une nouvelle cuite lorsqu'on a réuni les résidus de trois opérations. On obtient ainsi une quantité de savon blanc égale à celle des autres opérations, et le résidu, beaucoup plus coloré, est employé à la fabrication du savon fortement coloré en bleu.

SAVON DE SUIF.

Depuis longtemps on a fabriqué du savon avec du suif, d'abord en petite quantité et presque exclusivement pour la parfumerie, parce que le suif seul donne par l'évaporation de sa dissolution alcoolique un savon bien transparent; mais ensuite on l'a fabriqué sur une grande échelle et manufacturièrement.

Pour cette fabrication on recommande le suif de mouton, comme plus riche en stéarine; mais nous pensons qu'on doit lui préférer celui de bœuf, car la stéarine donne plus de dureté au savon; et comme ce savon serait trop dur si on l'employait seul, on y ajoute ordinairement de 15 à 20 pour 100 d'huile de graines : il vaut donc mieux se servir de suif de bœuf.

Il est essentiel que le savon soit parfaitement préparé, car il pourrait conserver une odeur de suif, qui quelquefois même est fétide, parce qu'elle provient de ce que le suif dont on s'est servi contenait quelques débris de membranes. Il est donc très-important de faire disparaître complétement ces débris, soit par le procédé de Darcet, soit par celui de M. Évrard de Douai, soit peut-être encore mieux en filtrant le liquide avant de le saponifier ; ou il faut au moins rejeter la lessive du premier relargage.

Pour la fabrication du savon de suif, c'est le corps gras que l'on met d'abord dans la chaudière, car il faut qu'il soit fondu avant de mettre la lessive. On met donc dans la chaudière 900 kilogr. de suif coupé en morceaux, et lorsqu'il est presque entièrement fondu

n y ajoute 450 litres d'une lessive caustique à 5°; on fait bouillir ıendant plusieurs heures, et l'on agite avec un râble pour faciliter 'empâtage; puis on ajoute à plusieurs reprises 40 litres de lessives ;raduellement plus fortes, jusqu'à ce que le tout reste alcalin : alors ɔn maintient l'ébullition pendant plusieurs heures pour terminer 'empâtage; et à la fin on augmente le feu, dans le but de concentrer la essive et de saturer parfaitement le savon, qui alors se sépare facilenent de la lessive sans qu'on ait besoin d'y ajouter de sel, à moins ɟue l'on n'ait ajouté de l'huile au savon, circonstance qui oblige l'agir comme dans la fabrication avec l'huile d'olive.

L'empâtage une fois achevé, un ouvrier, pour procéder au relar-;age, brasse la matière tandis qu'un autre ajoute de la lessive non alée, et l'on procède d'ailleurs comme pour l'autre savon, sauf 'emploi des lessives salées. La cuite se fait aussi avec des lessives ort pures.

On peut à volonté faire avec le suif des savons marbrés ou blancs, nais pour le relargage on se sert de lessives salées si l'on veut obenir du savon marbré.

Dans les pays où l'huile d'olive serait d'un prix trop élevé la faɔrication du savon de suif est plus importante. En Angleterre on ɔpère la saponification du suif au moyen de la potasse; mais comme le savon n'aurait pas assez de fermeté, on ajoute à la cuite du sel marin dans la proportion de 30 pour 100. Il se forme du chlorure de potassium, qui passe dans les lessives de l'épinage : lessives que l'on évapore et calcine, ce qui donne un beau salin que l'on vend sous le nom de potasse des savonniers.

SAVONS MOUS OU A BASE DE POTASSE.

Les savons à base de potasse sont toujours plus ou moins mous et presque toujours visqueux; on croit que cette mollesse tient à la manière dont l'eau qu'ils contiennent est combinée, et dont la quantité d'ailleurs est en général plus considérable que celle des savons de soude, quoique ces derniers puissent, quand ils sont blancs, en contenir jusqu'à 45 pour 100 de leur poids.

Les savons mous se fabriquent toujours avec les huiles de graines les moins riches en margarine, et avec des lessives de potasse caustique. On commence par faire bouillir la lessive, qui doit marquer 15°, puis on y ajoute l'huile; la saponification s'opère avec la plus grande facilité, par quelques heures d'ébullition. La lessive doit

contenir une quantité de potasse réelle qui soit dans la proportion de 17 ½ pour 100 d'huile.

En Angleterre on emploie en fabrique :

200 parties d'huile,
72 id. de potasse d'Amérique mise en lessive caustique à 15°,

ce qui donne :

400 id. de savon bien cuit.

Cette quantité de produit, bien supérieure à celle des matières employées, dépend de ce que ce savon contient quelquefois jusqu'à 52 pour 100 de son poids d'eau.

Ce savon est loin d'avoir la pureté des savons de soude, car on ne peut opérer le relargage : le chlorure de sodium donnerait lieu à une double décomposition, et le savon deviendrait plus dur, ce qu'il faut éviter. On est donc forcé d'évaporer la cuite jusqu'à ce que la pâte ait assez de consistance. En coulant un peu de ce savon dans un moule, on reconnaît d'ailleurs que la saponification de l'huile est complète et que la cuisson est arrivée au degré convenable. Si le tout est à point, par le refroidissement il se forme sur les bords une zone opaque de quelques millimètres de largeur. Ce savon contient donc l'excès d'alcali, tous les sels de la lessive et enfin la glycérine mise en liberté.

En Hollande, en Belgique et dans le nord de la France on se sert d'huile seulement; mais en Angleterre on y ajoute ordinairement une petite quantité de suif, qui donne de la transparence au savon, mais le rend un peu grenu par places : ce qui cependant paraît être une qualité au lieu d'être un inconvénient, car ce savon granulé est assez recherché; sa réussite néanmoins est assez difficile, et dépend de ce qu'on nomme en fabrique un tour de main.

Les savons mous sont beaucoup plus solubles que les savons durs, et ils ont toujours une réaction assez fortement alcaline; aussi sont-ils employés de préférence dans quelques cas, tels que les savonnages du gros linge de cuisine, ordinairement très-gras, le lavage des dalles et des carreaux, dans celui des tables et buffets de cuisine, le lavage des ponts de navire, ainsi que dans le dégraissage des déchets de laine et le dégraissage des étoffes de laine.

Le commerce exige que ce savon ait une belle couleur verte : quelques huiles, celle de chènevis par exemple, donnent naturellement cette couleur ; mais d'autres forment un savon jaune, auquel,

ɔur le colorer en vert, les fabricants mêlent ordinairement soit de ndigo en nature très-divisé, soit du sulfate d'indigo ou acide sulndigotique. Il n'est pas facile d'incorporer d'une manière uniforme indigo en poudre : il faut commencer par en délayer 3 kilogr. dans inq seaux d'eau dans une chaudière, et faire bouillir jusqu'à ce ue le bâton avec lequel on agite sans interruption soit entièrenent recouvert d'une pellicule bronzée ; alors seulement on peut 'ajouter à la pâte de savon, que l'on brasse fortement, afin de endre la teinte uniforme.

SAVONS DE RÉSINE.

Les résines ne sont généralement que des mélanges d'acides silvique, pinique, etc., qui par conséquent peuvent se combiner facilement avec les alcalis et donner naissance à des produits qu'on nomme savons de résine. Un de ces savons, qui sert exclusivement pour le collage de la pâte de papier, a déjà été décrit : il ne contient que de la résine. Mais on en fabrique une autre espèce, dans laquelle on fait entrer une assez forte proportion de suif ou d'huile de palme; ce dernier savon se dissout facilement dans l'eau, et peut être employé pour les savonnages ordinaires.

On fabrique le savon de résine principalement en Angleterre, en Hollande, en Belgique ; il commence à se répandre aussi en France, surtout dans le nord : on le veut d'une belle couleur jaune.

Pour fabriquer ce savon on fait d'abord un savon de suif, auquel on ajoute souvent une certaine quantité d'huile de palme non décolorée, pour relever la couleur ; quand la matière grasse est parfaitement saturée de l'alcali, qui est de la soude, on y ajoute la moitié ou le tiers et quelquefois même le quart seulement de son poids de résine grossièrement pulvérisée, et l'ouvrier brasse immédiatement avec le râble afin de faciliter la combinaison ; il continue jusqu'à ce que la masse soit entièrement saponifiée.

La pâte devient homogène et d'une belle couleur jaune ; on continue l'ébullition jusqu'à ce que la résine soit parfaitement saturée ; pour cela, il est nécessaire d'employer de la lessive en excès, après quoi elle doit être encore très-sensiblement alcaline : l'ouvrier en coule une petite quantité sur une plaque froide lorsqu'il pense que la cuite est terminée : dans ce cas, le savon devient presque aussitôt dur ; mais, pour s'assurer de l'entière saponification de la résine, on en détache un fragment quand le savon est froid, et l'on

en savonne ses mains : il ne doit pas rester d'enduit résineux sur la peau, sinon l'on continue de faire bouillir.

Lorsque la cuite est terminée, on épine et l'on met la pâte dans une autre chaudière, dans laquelle on la liquéfie, comme le savon blanc, au moyen d'une lessive à 8° ; on laisse reposer : il se dépose un savon ferro-alumineux ; on enlève l'écume qui est à la surface, puis on coule le savon dans des moules en bois ou en fer-blanc, dont toutes les parties peuvent se séparer, afin qu'on puisse retirer le savon quand il est devenu solide.

En Angleterre on fabrique un savon de résine dans lequel on introduit de la silice. Pour cela on prend du silex pyromaque réduit en farine; quand il a été chauffé au rouge et plongé dans l'eau, on le traite par une lessive de soude caustique d'une densité de 1,16 : on emploie 9 litres de lessive par kilogr. de silex. On chauffe pendant quatre heures à + 150°, dans une chaudière autoclave ; on peut alors ajouter cette matière à la cuite, dans laquelle on a supprimé une quantité de lessive correspondant à celle contenue dans le silicate; ce savon n'est employé que pour nettoyer les dalles et les tables de cuisine.

SAVONS DIVERS.

La parfumerie fabrique des savons durs et des savons mous; les premiers se font à chaud, les autres à froid : mais dans ce cas pour obtenir une parfaite saponification il faut employer une lessive très-concentrée. On fabrique aussi du savon transparent.

On parfume ordinairement les savons de toilette en y ajoutant des mélanges d'essences de diverses natures et dans une proportion qui varie selon la force de ces essences : pendant que le savon est chauffé à + 80° au maximum, on mélange intimement et l'on coule en pains. Pour 10 kilogr. de savon on ajoute de 160 à 300 grammes de mélanges d'essences.

La plupart des savons de toilette durs sont fabriqués avec de la graisse d'os ou mieux du suif de mouton; on y mêle souvent de l'axonge ou mieux de l'huile d'olive. Ainsi pour le savon dit de Windsor, quoiqu'il n'y ait pas une seule fabrique de savon dans cette ville, on prend 9 parties de suif de mouton et 1 d'huile d'olive : ce savon, destiné pour la barbe, a beaucoup de fermeté.

On fabrique aussi des savons de toilette qui sont très-légers ; pour cela on ajoute à la pâte liquide, obtenue exclusivement avec d

l'huile, un septième de son volume d'eau, et l'on bat très-fortement pour y introduire de l'air; on continue jusqu'à ce qu'il ait doublé de volume : on le coule alors dans les moules.

SAVON TRANSPARENT.

Nous avons dit que le savon de suif donnait seul du savon transparent; voici comment on opère : On dessèche d'abord parfaitement dans une étuve le savon de suif réduit en copeaux, puis on le traite par son poids d'alcool dans le bain-marie d'un alambic; on chauffe doucement : le savon se dissout peu à peu, pendant qu'une partie de l'alcool distille et se condense dans le serpentin convenablement refroidi; la température douce est continuée jusqu'à ce que la dissolution de savon soit complète : on cesse alors de chauffer, on laisse reposer pendant plusieurs heures, après quoi l'on coule la partie limpide dans des moules en fer-blanc. Lorsque le savon est parfaitement solidifié, on l'en retire pour déposer les pains dans un local sec : ce savon n'acquiert sa transparence que quand il est parfaitement sec, ce qui arrive au bout de quelques semaines seulement. On le colore habituellement avec des dissolutions alcooliques d'orseille ou de curcuma que l'on ajoute dans l'alambic avant de chauffer.

SAVON NACRÉ.

Parmi les savons de toilette il en est un qui est d'un blanc de neige et que son aspect fortement nacré fait rechercher. Ce savon se commence à froid et s'achève au bain-marie. On met dans un mortier de marbre ou de porcelaine 200 parties d'axonge ou saindoux pur, 185 parties d'huile d'amande douce, et l'on y ajoute peu à peu, en broyant sans interruption, 185 parties d'une lessive de potasse caustique marquant 44° Baumé : l'empâtage s'opère peu à peu et assez facilement. On continue de broyer jusqu'à ce que l'odeur d'huile ait disparu; pendant ce temps le savon, qui achève de se former, prend un peu l'apparence nacrée. On pose alors le mortier dans un bain-marie bouillant, et l'on continue à broyer sans interruption : bientôt la masse semble pleine d'écailles nacrées; on retire alors le mortier du bain-marie, on y ajoute un peu d'essence d'amande amère, en broyant assez pour la répandre uniformément dans la masse.

Quelques auteurs indiquent seulement 100 parties d'axonge et 25 d'une lessive à 36°; mais le savon obtenu de cette manière n'est jamais aussi onctueux, il n'a jamais un aspect aussi brillant et doit être fait depuis le commencement de l'opération en chauffant au bain de sable.

On prépare encore un savon, qu'on nomme *savon ponce* parce qu'on ajoute à la pâte de savon encore chaude et molle de la ponce en poudre fine; ce savon agit donc chimiquement et mécaniquement : il ne peut servir que pour nettoyer les mains.

ESSAIS DES SAVONS.

Les savons contiennent toujours de l'eau, mais dans des proportions qui peuvent varier considérablement. Le savon marbré lorsqu'il a été bien fabriqué contient en moyenne 30 pour 100 d'eau, le savon blanc 45 pour 100; mais en plaçant ce dernier dans un endroit humide, après l'avoir plongé dans une dissolution de sel marin, cette proportion peut être doublée; il est donc important, pour les savons blancs au moins, d'en déterminer la quantité. On racle le savon sur les bords et dans le centre, en copeaux très-minces et en quantités proportionnelles; on en pèse exactement 5 grammes dans une capsule plate tarée avec soin qu'on place dans une étuve à courant d'air ou dans un bain d'huile jusqu'à ce que le poids reste constant; on essuie avec soin la capsule si elle a été chauffée au bain d'huile; on pèse de nouveau, et la différence de poids représente l'eau qui a été évaporée.

Lorsque le savon a été mal préparé il peut contenir soit un excès d'alcali, soit un excès de matière grasse qui n'a pas été saponifiée. L'excès d'alcali peut se constater par un essai alcalimétrique, en dissolvant 10 grammes de savon dans 150 grammes d'eau bouillante.

Pour constater la présence d'huile non saponifiée et sa proportion, on décompose le savon par l'acide chlorhydrique, puis on combine les acides gras, lavés à l'eau distillée, avec la baryte, le savon de baryte retenant la matière grasse; on dessèche et trai[illegible] par l'alcool bouillant, qui dissout l'huile neutre, qui ne doit pas réag[illegible] sur le papier de tournesol humide; on vérifie d'ailleurs, après l'avo[illegible] pesée, que cette huile a tous les caractères des corps gras neutre[illegible]

Lorsqu'on n'a pas ajouté de substances étrangères au savon [illegible] doit se dissoudre presque sans résidu dans l'alcool s'il est blanc; [illegible] savon marbré ne doit pas laisser plus de 1 pour 100 de résidu i[illegible]

soluble. Souvent, par fraude, on ajoute au savon du sable fin et surtout de l'amidon ; leur proportion est alors facile à constater par ce moyen ; quant à leur nature chimique, les moyens analytiques ordinaires permettent de la constater aussi.

Enfin, si l'on veut constater la nature de l'alcali qui entre dans la composition d'un savon, on le dessèche, on l'incinère, on dissout le résidu pesé pour s'assurer par les réactifs si la base est de la soude ou de la potasse ou un mélange de ces deux corps : dans ce dernier cas on doit de préférence avoir recours au chlorure de platine.

TEINTURE.

La teinture est l'art d'appliquer sur les tissus et de combiner avec les fibres qui les forment les couleurs que nous fournissent la nature et l'art.

La teinture emploie deux procédés principaux pour allier les couleurs aux étoffes, la teinture proprement dite et l'impression. La teinture proprement dite combine la masse entière des fibres avec la matière colorante, soit directement, soit au moyen de substances intermédiaires, que l'on nomme mordants.

L'impression sur étoffes a pour but d'appliquer sur celles-ci au moyen de mordants un nombre plus ou moins considérable de couleurs formant par leur ensemble des dessins plus ou moins variés, tandis que le premier procédé ne peut donner que des nuances unies.

Nous examinerons séparément ces deux genres particuliers d'industrie ; mais avant d'entreprendre cette étude, il nous faut connaître les matières qu'on soumet à la teinture et les diverses opérations qu'on leur fait subir avant de procéder à leur mise en couleur.

MATIÈRES TEXTILES ET PRÉPARATIONS PRÉLIMINAIRES DES FIBRES.

Les matières textiles qui servent à la fabrication des divers genres d'étoffes que l'économie domestique emploie appartiennent aux règnes végétal et animal.

Celles que le règne végétal fournit sont nombreuses, mais parmi elles le chanvre, le lin, le coton, sont presque les seules en usage. Nous ne reviendrons pas sur leur histoire, que nous avons jointe à celle de la cellulose, ni sur les opérations préliminaires qu'on fait subir aux tissus qui en sont composés, le blanchîment et le flambage, opérations qui ont déjà été décrites.

Le règne animal nous fournit la laine et la soie.

La *laine* est la matière filamenteuse sécrétée par la peau des moutons, des chèvres du Thibet et du Cachemire, par celle du lama, de la vigogne et de quelques autres animaux.

La laine du mouton est de beaucoup la plus employée; elle est formée de brins coniques pleins, d'aspect homogène, présentant à leur surface de nombreuses aspérités, qui rendent son feutrage facile.

Le diamètre des fibres de la laine varie entre deux et quatre centièmes de millimètre; d'après leur grosseur, la laine se trie en superfine, fine, moyenne, grosse, supergrosse.

Chaque année la laine est coupée sur toute l'étendue du corps du mouton.

La toison qui en provient pèse de deux à six kilogrammes. Toute la laine d'une toison n'est pas d'une seule et même qualité, on en fait généralement cinq choix : la plus estimée est celle des flancs et des épaules, puis celle du ventre, celle des cuisses, celle du dos et enfin celle des extrémités.

Les laines des animaux morts ou tués sont toujours inférieures, par suite de l'altération que leur font subir les alcalis des pelins qui servent à épiler les peaux; elles prennent mal la couleur, et sont toujours courtes, roides et cassantes.

Les laines des animaux malades sont aussi plus rebelles à s'assimiler les couleurs.

La laine est naturellement imprégnée d'une matière grasse, onctueuse, odorante, excrétée par la peau du mouton. Cette matière grasse, le suint, est formée par deux corps, l'un soluble dans l'eau froide, l'autre dans l'eau chaude. Le suint ne se trouve pas dans la même proportion dans toutes les laines; la quantité augmente avec la finesse de la laine, et varie en général entre 25 et 65 pour 100.

Les opérations que l'on fait subir à la laine pour la rendre apte à prendre la teinture sont le désuintage, le dégraissage et le soufrage.

Le désuintage a lieu soit avant, soit après la tonte.

Le désuintage avant la tonte se fait en plongeant les moutons dans une pièce d'eau ou mieux dans une eau courante, où un homme les frotte jusqu'à ce que leur laine paraisse propre; on les laisse sécher ensuite à l'air; et pour les tondre on attend que l'excrétion du suint soit suffisante pour que la quantité retenue dans la laine garantisse sa conservation.

La vente difficile des laines désuintées et les inconvénients auxquels un bain prolongé expose l'animal font généralement préférer le désuintage après la tonte.

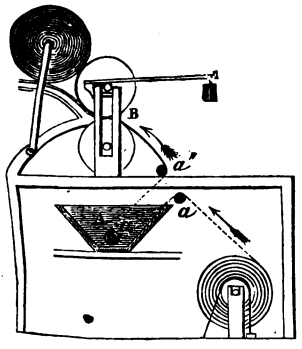
Au moyen de laines communes, on prépare un bain qui doit servir pour le désuintage de toutes.

On laisse macérer de la laine commune pendant vingt-quatre heures dans une cuve contenant de l'eau à + 50° ; le suint se dissout en partie, et l'on obtient ainsi une eau chargée d'un savon à base de potasse. Cette eau est additionnée d'eau ordinaire à une température variable, suivant la quantité de suint contenue dans les laines à apprêter, mais ne dépassant pas toutefois + 60°. On y plonge la laine un quart d'heure environ, en ayant soin de l'agiter continuellement avec des baguettes ; on la retire ensuite et on la porte à la rivière. Quelquefois, au lieu de se servir d'eau chargée de suint, on emploie les alcalis fournis par l'urine en putréfaction ; mais dans cette opération il est nécessaire de ne pas prolonger longtemps l'action du bain, car la laine pourrait être altérée par les alcalis.

Les laines désuintées sont ensuite soumises au lavage, en les exposant généralement à l'action de l'eau courante. Il est essentiel de renouveler le plus possible les surfaces frappées par le liquide.

Les étoffes de laine destinées à l'impression subissent un dégraissage au moyen de bains successifs de carbonate de soude et de savon ; ces bains doivent être répétés et suivis à chaque fois de lavages à l'eau chaude.

Pour éviter les contractions inégales que peuvent subir les pièces, on les dégraisse au moyen de la machine à foulardor (*fig.* 667) : c'est une caisse (A) où la pièce est obligée de suivre le chemin tracé par une suite de rouleaux (*a, a' a''*) sur lesquels elle glisse ; elle en sort ensuite en passant entre deux rouleaux presseurs (B), qui la forcent à abandonner l'excès de liquide qu'elle contient.



(Fig. 667.)

Après le dégraissage, les étoffes de laine sont soumises à l'action de l'acide sulfureux, qui les blanchit.

On emploie cet acide à l'état gazeux ou à l'état de dissolution dans l'eau.

Le soufrage par l'acide sulfureux gazeux se fait dans une chambre hermétiquement fermée, où après avoir disposé sur une suite de perches les étoffes humectées et enveloppées de toiles d'emballage, pour les préserver de l'action immédiate des diverses impuretés que pourrait dégager le soufre, on allume celui-ci, que l'on a disposé dans des terrines.

Après une action continue de douze à vingt-quatre heures, on ventile les chambres et on les transforme en séchoirs en y plaçant de vastes terrasses de braise.

Les étoffes sont ensuite désoufrées par des lavages à l'eau chaude.

Le soufrage est quelquefois renouvelé plusieurs fois de suite sur la même étoffe.

Après le soufrage la laine exposée à l'air reprend souvent une teinte jaune; mais on est parvenu à éviter cet inconvénient en remplaçant le soufrage au gaz par l'immersion des étoffes dans un bain composé de sulfite de soude et d'acide chlorhydrique.

Il est préférable de blanchir les laines en fil, car les laines en toison n'atteignent jamais un blanc aussi parfait.

La *soie* nous est fournie par divers insectes, et particulièrement par quelques papillons du genre *bombyx;* la soie que nous employons est une sécrétion de ces lépidoptères, qui leur sert à fabriquer le cocon où doit s'opérer la transformation de la larve en insecte parfait.

La soie du bombyx du mûrier est seule employée, car les divers essais tentés sur les soies fournies par le vers de l'ailante ont prouvé leur peu de solidité et l'impossibilité de leur emploi.

La soie est naturellement de deux couleurs, jaune et blanche.

La soie écrue est enduite d'une matière gélatineuse qu'il est essentiel de lui enlever avant de la mettre en teinture; opération qui constitue le dégommage et le décreusage.

La soie jaune est ensuite blanchie pour détruire la matière colorante, qui nuirait dans les nuances claires.

Le dégommage se fait en passant la soie dix à douze minutes dans un bain au-dessous de l'ébullition et contenant 30 pour 100 de savon.

Lorsqu'on veut donner des nuances très-claires à la soie, on répète plusieurs fois cette opération.

La soie dégommée est ensuite décreusée et cuite. On la cuit en la soumettant à une ébullition d'une à deux heures dans une solution savonneuse à 20 pour 100 après l'avoir renfermée dans des sacs de toile.

Après la cuite, les soies sont lavées à l'eau dans de longs baquets de sapin appelés *barques*.

Par cette préparation la soie perd environ 25 pour 100 de son poids.

Les soies cuites sont soufrées comme les étoffes de laine ; mais on a soin d'élever un peu la température du soufroir pour favoriser le blanchîment. On les dessoufre en les soumettant à des lavages répétés dans des barques.

Toutes les soies ne sont pas décreusées par la cuite au savon ; on remplace quelquefois cette préparation par celle de l'assouplissage. Cette opération, au lieu de le diminuer, a l'avantage de conserver sensiblement le poids de la soie, et en même temps d'augmenter le volume primitif des fibres.

Dans ce cas, la soie est soumise à trois manipulations successives, l'immersion dans l'eau de savon tiède, le soufrage et l'assouplissage.

L'immersion a lieu pendant une heure ou deux dans une eau contenant 10 pour 100 de savon et chauffée environ à + 30°. En sortant de ce bain la soie est tordue et soumise pendant trente-six à quarante-huit heures à l'action de l'acide sulfureux.

Les écheveaux sont ensuite assouplis par une immersion d'une heure et demie dans un bain chauffé par la vapeur à + 90° et contenant 3 kilogrammes de crème de tartre pour 800 litres d'eau. Ce bain est suivi d'un second bain d'eau tiède.

Les soies préparées en souple ne sont employées que pour des étoffes de qualité inférieure et pour former la trame d'étoffes dont la chaîne est en soie cuite. Elles sont moins roides que les soies écrues, mais elles sont moins douces au toucher que les soies cuites et aussi moins brillantes.

MATIÈRES COLORANTES.

Les matières tinctoriales ayant été traitées chacune en son lieu et place dans cet ouvrage, nous ne nous occuperons ici que des matières colorantes qui ont pour origine les huiles de houille, et dont l'usage est devenu si général en ces derniers temps.

ANILINE.

L'emploi de l'aniline dans la fabrication du plus grand nombre des couleurs nous oblige à compléter par la description de son

procédé industriel de préparation ce que nous avons dit sur ce corps tome VI, p. 118.

L'aniline se prépare en introduisant dans une cornue en fer 100 parties de nitrobenzine et 100 parties d'acide acétique; on projette ensuite dans ce mélange, et par petites quantités, 200 parties de limaille de fer. Dès cette introduction la réaction commence. La masse s'échauffe, se boursoufle. Lorsque toute la limaille a été introduite et que cette première action est terminée, on chauffe de manière à obtenir les trois quarts du liquide par distillation. On arrête alors, on ajoute aux matières contenues dans la cornue un lait de chaux épais, on chauffe de nouveau, et l'on distille à sec.

Les produits distillés sont traités par la potasse caustique en excès, ou par la chaux éteinte. L'aniline vient nager à la surface du mélange; on la recueille, et on la purifie par distillation.

Dans cette opération le fer pour se combiner à l'acide acétique décompose l'eau et la nitrobenzine; il s'empare de l'oxygène de ces corps en même temps que l'hydrogène de l'eau en liberté se porte sur la nitrobenzine.

C'est donc une action toute de réduction que celle-ci subit pour se transformer en aniline. On peut représenter cette réaction par la formule suivante :

$$\underset{\text{Nitrobenzine.}}{C^{12}H^5Az\,O^4} + \underset{\text{Eau.}}{2HO} + \underset{\text{Fer.}}{4Fe} = \underset{\text{Sesquioxyde de fer.}}{2\,(Fe^2\,O^3)} + \underset{\text{Aniline.}}{C^{12}\,H^7\,Az.}$$

En soumettant l'aniline à une suite de réactions qui toutes ont pour but son oxydation, on obtient une nombreuse série de matières colorantes applicables à la teinture, et qui donnent toutes les nuances depuis le rouge pur jusqu'au bleu pur obtenues par le mélange de ces deux couleurs.

Ces matières portent des noms différents, suivant leurs nuances.

Les rouges s'appellent fuchsine, azaléine, roséine, rubine, fuchsiacine, rouge d'aniline, cristallinéine, mauve d'aniline; les mélanges de rouge et de bleu se nomment violine, violet d'aniline, phénaméine, purpurine, pourpre d'aniline, harmaline, indisine, aniléine; les matières colorantes bleues ayant pour origine l'aniline sont les moins nombreuses; on ne connaît que le bleu par le chlorate de potasse et la bleuine.

Toutes ces matières semblent devoir se rapporter à un type unique, la rosaniline, alcaloïde incolore découvert par M. Hofmann, et qui

donne avec les acides des sels colorés. Nous ne nous étendrons pas davantage sur la nature chimique de ces diverses substances, qui aujourd'hui encore est l'objet de controverses.

De tous ces corps, les premiers obtenus furent ceux à nuance violette, puis les rouges et enfin les bleus. Nous suivrons cet ordre dans l'étude de ces préparations, avec d'autant plus de raison que la bleuine se prépare avec la fuchsine.

Violets d'aniline. Le violet d'aniline ou indisine a été découvert par Perkin, qui publia aussitôt le procédé par lequel il l'avait obtenu. On fait dissoudre à froid dans l'eau cent grammes de sulfate d'aniline, et on ajoute à cette solution trente-trois grammes de bichromate de potasse. Il se forme un précipité résineux, qui après douze heures de contact des substances est retiré, lavé et desséché à + 100°. Ce produit sec est ensuite soumis à l'action de la benzine, qui dissout la substance résineuse en laissant une matière indissoute; celle-ci est le violet. On le purifie par une dissolution dans l'alcool ou l'esprit de bois, filtrant cette dissolution et évaporant ensuite le véhicule à une température inférieure à + 100°.

Le bichromate n'est pas le seul corps qui en oxydant l'aniline produise des violets. L'hypochlorite de chaux, le chlore, le chlorate de potasse, le bioxyde de manganèse, le bioxyde de plomb, le permanganate de potasse, l'acide nitrique, tous les corps oxydants en général donnent naissance à des matières colorantes, différentes dans leurs nuances et plus ou moins estimées.

Les violets d'aniline obtenus par le bichromate et par le permanganate de potasse sont les plus beaux; de plus, en même temps que l'on obtient le violet précipité en employant le permanganate de potasse, la solution se charge d'une matière colorante susceptible de fournir à la soie de belles nuances écarlates.

Le violet d'aniline par ces procédés est obtenu sous forme d'écailles d'un beau vert doré, comparable aux nuances des élytres de la cétoine dorée.

Ce violet est soluble dans les divers alcools, dans les acides végétaux, acétique, tartrique, etc.; dans la glycérine, l'aniline, etc.

Sous l'influence des acides sulfurique et chlorhydrique la nuance de ce violet vire au bleu; mais l'addition d'eau ramène la solution à la teinte primitive. Cette matière colorante est insoluble dans l'ammoniaque, et l'acide sulfureux est sans action sur elle.

Le violet d'aniline donne sur la soie et sur la laine des violets, des lilas et des pourpres extrêmement éclatants, mais qui malheureu-

sement passent trop vite sous l'influence de l'air et de la lumière.

Rouges d'aniline. Le rouge d'aniline ou fuchsine a été découvert par Hofmann. Le premier procédé employé chez MM. Renard et Franc, à Lyon, sur les indications de Verguin, consiste dans le traitement de l'aniline par le bichlorure d'étain. Dans une marmite en fonte émaillée, on introduit 100 parties d'aniline et 68 de bichlorure d'étain anhydre. On porte le mélange pendant un quart d'heure environ à la température de + 200°. La masse, d'abord jaune, devient alors d'un rouge extrêmement foncé. Par le refroidissement cette masse liquide s'épaissit, devient visqueuse et résineuse; elle est alors broyée sous des meules. La poudre obtenue est traitée par l'eau bouillante. La solution est filtrée, et l'on profite de l'insolubilité du rouge dans les liqueurs salines pour la faire précipiter en ajoutant à sa solution une dissolution saturée de sel marin et additionnée d'alcali caustique. On la sépare ensuite par décantation ou filtration.

Le bichlorure d'étain peut être remplacé par le bichlorure de mercure, le sesquichlorure de fer, les nitrates d'étain, de mercure, de fer, etc., etc.; mais de tous les procédés employés celui qui donne la nuance la plus pure s'appuie sur l'action de l'acide arsenique. C'est à MM. Girard et Delaire que l'on doit ce procédé, employé en grand dans la fabrique de MM. Renard et Franc de Lyon.

L'aniline est chauffée en présence d'une solution concentrée d'acide arsénique; lorsque la couleur du mélange devient très-foncée, on retire du feu, et on traite par l'acide chlorhydrique. La fuchsine se dissout en formant un chlorhydrate en même temps que l'arsenic. La solution est traitée par la chaux ou par une lessive de soude caustique. Il se sépare dans ce traitement une matière résineuse à reflets mordorés qui n'est autre que la fuchsine. On reprend ce précipité par l'eau bouillante, dans laquelle la fuchsine est notablement soluble, et l'on obtient par refroidissement de belles paillettes vertes cristallines présentant l'aspect de feuilles de fougères.

La fuchsine, comme nous le montre cette préparation, est sous forme de paillettes vertes cristallines. Elle est presque insoluble dans l'eau froide, à laquelle elle communique cependant une belle nuance rouge; elle est soluble dans l'eau bouillante.

Les alcools, l'acétone la dissolvent; elle forme avec les acides des composés cristallisables solubles fournissant des dissolutions rouges lorsqu'ils sont neutres, et jaunes lorsqu'ils sont acides. L'a

dition d'eau en abondance ramène au rouge cette dissolution jaune. Elle est soluble dans l'ammoniaque, et l'acide sulfureux la décolore.

Les rouges d'aniline sur les tissus ne résistent pas mieux que les violets à l'influence de l'air et à celle de la lumière.

Bleus d'aniline. Le premier bleu d'aniline découvert a été peu employé, à cause de son insolubilité dans les divers véhicules ; cependant, comme dans la teinture en coton on l'a produit quelquefois directement sur la fibre, nous en décrirons la préparation.

On obtient le bleu d'aniline en faisant réagir sur une solution de chlorhydrate d'aniline le chlorate de potasse dissous dans l'acide chlorhydrique, l'acide chloreux en dissolution, le chlore, ou l'acide chromique. Au bout de peu de temps une matière bleue se forme, et le mélange se prend en masse quand les liqueurs primitives sont un peu concentrées.

Le bleu ainsi obtenu est insoluble dans l'eau, dans l'alcool et les autres véhicules; cette circonstance est d'autant plus fâcheuse qu'il est très-résistant aux agents atmosphériques. A l'article TEINTURE EN BLEU, nous décrirons le procédé qu'on emploie pour obtenir directement ce bleu sur les tissus.

En chauffant la fuchsine en présence de l'aniline, MM. Delaire et Girard ont obtenu toutes les nuances successives jusqu'au bleu le plus intense, qui est préparé par leur procédé dans la fabrique de MM. Renard et Franc de Lyon, et désigné par eux sous le nom de *bleuine*.

Pendant trente heures on chauffe à une température de + 150° environ un mélange de 4 parties de fuchsine et de 1 $\frac{1}{2}$ partie d'aniline. On indique le chauffage en vase clos comme plus favorable à la formation du bleu et comme nécessaire pour éviter la volatilisation de l'aniline. Au sortir de la chaudière les matières sont broyées et traitées par l'acide chlorhydrique, qui enlève l'aniline non combinée et le rouge. Le bleu n'est point attaqué par cet agent. On décante, et on lave à plusieurs reprises la matière insoluble, qui ensuite est traitée par l'alcool; la matière bleue s'y dissout, et l'on a pour résidu les matières minérales qui avaient servi à la préparation de la fuchsine et qui étaient restées mélangées avec elle.

La bleuine est peu soluble dans l'eau.

L'alcool, l'esprit de bois la dissolvent avec facilité.

Les acides sont sans influence sur elle; les alcalis la font virer au violet.

En traitant 16 parties d'aniline par 9 parties de bichlorure d'étain dans un tube scellé à la lampe et chauffé pendant trente heures à une température voisine de + 175°, MM. Persoz, de Luynes et Salvétat ont découvert une substance bleue, à laquelle ils ont donné le nom de *bleu de Paris*. La matière brute obtenue par ce traitement est noirâtre et visqueuse; mais en la dissolvant dans l'eau bouillante et en filtrant la dissolution, en précipitant ensuite par le chlorure de sodium et répétant plusieurs fois ce traitement, on obtient des flocons qui par une seule dissolution dans l'alcool cristallisent en aiguilles nettes et brillantes.

Le bleu ainsi obtenu n'a point reçu la sanction de l'emploi industriel.

Ce bleu est soluble dans l'eau, l'alcool et les acides. Le chlore et l'acide nitrique l'attaquent, mais l'acide sulfureux est sans action sur lui. Par les alcalis faibles sa nuance devient plus foncée; par les alcalis concentrés il vire au rouge.

Après ces couleurs connues de l'aniline, nous devons citer comme existant aussi dans le commerce des verts et des noirs dits d'aniline dont nous ne pouvons faire connaître ni la nature exacte ni la fabrication.

ACIDE PHÉNIQUE.

Après les couleurs d'aniline celles qui doivent fixer notre attention ont pour origine l'acide phénique, dont nous avons traité tome VI, p. 107.

La plus connue est fournie par l'acide picrique (p. 111), sur lequel nous ne reviendrons pas.

Mais à côté de cette couleur viennent aujourd'hui prendre place un rouge et un bleu que l'on fabrique dans l'usine de MM. Guinon, Marnas et Bonnet, de Lyon.

Rouge d'acide phénique. En traitant l'acide phénique par un agent oxydant, tel qu'un mélange d'acide oxalique et d'acide sulfurique, on obtient une matière colorante rouge brique; c'est l'acide rosolique, qui sous l'influence des alcalis prend une belle teinte fuchsine, malheureusement trop impressionable, car les acides la font passer au jaune.

La pæonine, ainsi qu'on la désigne, traitée par l'ammoniaque acquiert cependant une certaine stabilité et peut même arriver à résister aux avivages faibles; elle prend alors le nom de coralline. Elle

e rapproche beaucoup du carmin de safranum pour la nuance. Elle e combine assez bien aux tissus; mais sa nature résineuse et son nsolubilité dans l'eau rendent son application industrielle très-difficile, si ce n'est impossible.

Bleu d'acide phénique. Azuline. L'azuline tient à la fois de l'aniline et de l'acide phénique. On la prépare en chauffant pendant trois ou quatre heures un mélange de 2 parties de pæonine avec 4 parties d'aniline rectifiée et sèche. La matière, d'abord rouge de sang, ne tarde pas à brunir; il se dégage un peu d'eau; la teinte passe au violet, et finit par prendre une nuance bleue très-riche et très-pure. On arrête alors l'opération, on sépare l'aniline en excès, on débarrasse l'azuline des matières résineuses, et l'on obtient finalement une substance bleue soluble dans l'alcool, dans l'esprit de bois, dans l'éther, et dans les acides acétique et sulfurique concentrés.

L'eau et les acides étendus ne la dissolvent pas. Ceux-ci sont sans action sur sa nuance, tandis que les alcalis la font virer au violet. La difficulté de la fixer sur les étoffes lui fait préférer la bleuine.

Ces couleurs ne sont pas les seules qui soient fournies par les réactions organiques; mais les autres ou n'ont pu jusqu'à présent être employées, soit à cause de leur nature, soit à cause de leur altérabilité, ou sont déjà abandonnées. Cependant nous citerons pour mémoire le bleu de quinoléine, malheureusement si peu stable; le nitrosonaphtyline et le rubis impérial, dernièrement produit par un teinturier des environs de Paris, et qui ne semble être qu'un mélange de coralline avec la fuchsine et l'acide picrique.

DES MORDANTS.

Comme nous l'avons déjà dit, toutes les matières colorantes n'ont pas assez d'affinité avec les fibres des étoffes pour se combiner directement avec elles; dans la majeure partie des nuances à appliquer, il est essentiel de se servir de mordants.

Les mordants ayant une grande affinité pour les fibres textiles et aussi pour les matières colorantes fixent celles-ci à l'étoffe d'une manière solide.

Les matières colorantes solubles forment avec les mordants en dissolution des composés colorés insolubles, qui sont les laques.

Les laques pénètrent avec facilité les fibres animales, mais elles ne peuvent s'appliquer que d'une manière superficielle sur les fibres végétales.

Les mordants doivent former avec la couleur un composé insoluble dans l'eau capable de s'unir à la fibre textile, résistant autant que possible aux agents atmosphériques, et ne pouvant produire plus tard aucune réaction nuisible à la nuance ou au tissu.

D'après ces conditions, on voit que le nombre des substances qui peuvent être employées comme mordants est assez restreint.

En effet; les acides, qui tous altèrent les nuances et s'unissent difficilement à la fibre, se trouvent être éliminés; les oxydes solubles, qui forment avec les matières colorantes des composés solubles, ne peuvent non plus être employés, et les oxydes insolubles eux-mêmes ne peuvent servir tous à cet usage; en effet, les uns étant réduits en présence des matières organiques altéreraient la couleur, en s'emparant de son hydrogène; et d'autres, qui ont une grande affinité pour les matières colorantes et forment des composés insolubles avec elles, n'ont aucune tendance à s'unir aux tissus.

Les oxydes employés comme mordants sont tous insolubles, ils peuvent être colorés ou incolores; ceux-ci ne font que fixer les nuances, ceux-là les transforment en même temps.

Les mordants métalliques étant insolubles doivent être combinés aux acides qui les transforment en sels solubles pour pouvoir être employés.

On doit préférer les sels dont l'acide est facilement déplacé par la matière colorante, et qui sont les moins susceptibles d'altérer l'étoffe.

L'alumine par sa blancheur parfaite, par son aptitude à former avec la matière colorante des laques brillantes et très-adhérentes au tissu, doit être mise au premier rang des mordants; pour les fibres du règne animal, on l'emploie alliée à l'acide sulfurique sous la forme d'alun, tandis que pour les tissus végétaux on préfère l'acétate d'alumine, dont l'acide facilement éliminable est sans influence sur les tissus. L'oxyde d'étain est recherché, à cause de l'éclat qu'il communique à la nuance; c'est cette même propriété qui fait aussi employer quelquefois la crème de tartre. Les oxydes de fer forment d'excellents mordants, qui donnent toujours naissance à des nuances stables; mais dans leur emploi l'on doit tenir compte de leur propre couleur.

Le règne végétal fournit aussi quelques mordants, et parmi eux le tannin, qui est journellement employé.

Les procédés de mordançage des étoffes varient avec les tissus et les couleurs que l'on emploie et avec les résultats auxquels on veut arriver.

On mordance en général les tissus de coton en plongeant la

pièce dans le bain de mordant, enlevant ensuite l'excès non combiné, et passant après dans le bain de teinture; on emploie pour cette opération la machine à foularder.

Les tissus de laine sont généralement teints en les plongeant dans un bain contenant la couleur et le mordant mélangés.

Enfin, on use quelquefois d'un procédé intermédiaire, qui consiste à mordancer d'abord l'étoffe et à la plonger ensuite dans le bain de teinture et de mordant mélangés.

Les teintes varient suivant la puissance du mordançage.

La chaleur hâte la combinaison avec les fibres, mais elle doit être réglée suivant l'affinité et la nature de l'étoffe; la soie se mordance à la température ordinaire; le coton, le chanvre, le lin exigent une température de + 35° à + 50°; enfin l'alunage de la laine se fait à l'ébullition.

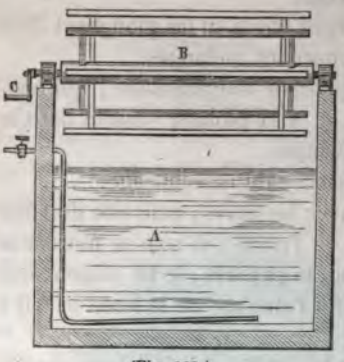
En général, avant de soumettre les étoffes à la teinture, on les soumet à la dessiccation après le mordançage; on rend ainsi plus intime la combinaison du mordant avec la fibre.

De la température à laquelle se fait le mordançage de la laine, l'opération a pris le nom de bouillon. La laine, de même qu'elle se teint en fibres, en fil, ou tissée, se mordance sous ces trois états.

La laine en fibres bien trempée d'eau est jetée dans une chaudière contenant le mordant bouillant; pendant tout le temps que dure le bain, c'est-à-dire pendant une demi-heure environ, on l'agite en se servant de crochets, afin que le mordant pénètre bien également toutes les fibres; on répète quatre fois cette manœuvre, et on laisse la laine ensuite dans le bain pendant douze heures; puis on la retire, on la fait égoutter et on la lave à l'eau courante dans des paniers en cuivre, percés de trous qui permettent à l'eau d'agir à plein.

La laine en écheveaux se mordance dans des chaudières contenant toute la quantité de mordant nécessaire pour la masse de laine à mordancer. Les écheveaux sont traversés par de longs bâtons, appelés lissoirs, qui peuvent s'appuyer par leurs extrémités sur les bords de la chaudière. Le mordant étant à l'ébullition, on descend les écheveaux soutenus par les lissoirs; l'ouvrier avec la main fait tourner les écheveaux sur les lissoirs de manière à ce que toutes leurs parties plongent également; après plusieurs passages complets ou lisse de l'écheveau dans le bain et à l'air; on enlève les lissoirs et on laisse échapper les écheveaux dans la chaudière. Au bout de deux heures on cesse le feu, et douze heures après les écheveaux sont retirés et mis à égoutter.

Les étoffes de laine sont mordancées dans la cuve à tourniquet (*fig.* 668). C'est une cuve (A) surmontée d'un tour horizontal (B) sur lequel vient s'enrouler l'étoffe, et où toutes les parties de la pièce reçoivent l'une après l'autre l'action de l'air, par le mouvement circulaire que l'ouvrier imprime au tour au moyen d'une manivelle placée à son extrémité (C). Elles sont ensuite lavées à la rivière et passées à la dégorgeuse ou au dash-wheel (*fig.* 584).



(Fig. 668.)

La soie en fils se mordance dans des cuves en bois rectangulaires qui portent le nom de *barques;* on y dispose les écheveaux cordés, les uns sur les autres, dans le mordant de manière à ce qu'ils soient bien étendus. Au bout de douze heures on les retire, et on les tord, soit à la main, soit à la cheville.

Les fils de lin, de coton, de chanvre sont mordancés dans des terrines contenant de six à sept litres de mordant. Les écheveaux abreuvés d'eau y sont plongés, foulés à la main, et ensuite retirés pour être tordus à la cheville; on répète plusieurs fois de suite ces manipulations.

BAINS DE TEINTURE.

Les bains de teinture sont formés par la dissolution de la matière colorante. Lorsque la matière colorante tire son origine du règne végétal, on emploie tantôt la liqueur provenant du traitement direct de la matière, tantôt la solution étendue d'un extrait obtenu dans une opération précédente.

Dans le premier cas, lorsqu'on a affaire à une matière ligneuse, on teint directement dans la décoction ou dans l'infusion contenant la matière elle-même en suspension; seulement on a soin de mettre la matière en poudre fine, car alors elle ne peut s'attacher à l'étoffe; si l'on n'agit pas sur la matière pulvérisée, on doit la renfermer dans un sac, car dans ce cas les fibres ligneuses grossières contenues dans le bain, et qui sont difficiles à séparer du tissu, s'y attacheraient. Lorsque les bains doivent être concentrés, il est préférable d'employer les extraits, soit liquides, soit secs, parce qu'ils représente

une grande masse de matière colorante sous un petit volume, et qu'ils ne forment dans le bain aucun dépôt embarrassant. Les extraits sont obtenus en faisant agir et en condensant la vapeur à pression sur les matières colorantes divisées; la dissolution ainsi obtenue est recueillie et évaporée dans des appareils à basse pression, qui ont pour objet de diminuer l'altération de la matière colorante par l'air et la chaleur.

Si les matières colorantes sont insolubles, on prépare le bain au moyen de corps intermédiaires, tels que l'acool, les alcalis faibles, les acides, ou de corps désoxygénants, comme pour la cuve d'indigo. La température des cuves varie avec les matières à teindre; elle est de + 100° pour la teinture de la laine; pour les autres corps, elle ne doit généralement pas s'élever au-dessus de + 70°, car alors il pourrait arriver que le mordant vînt à se dissoudre dans le bain.

Le chauffage direct des cuves est presque partout remplacé par le chauffage à la vapeur, qui permet l'emploi de cuves en bois, dans lesquelles on peut conserver le bain; tandis qu'avec le chauffage direct et les cuves en cuivre on était obligé de le retirer à chaque fois, ce qui souvent l'altérait. La vapeur peut être employée directement, quand les proportions du bain peuvent impunément varier; mais comme ces circonstances sont assez rares, on chauffe en général au moyen d'un double fond ou d'un serpentin placé au fond de la chaudière et que traverse la vapeur.

Lorsque les bains s'épuisent on leur donne un brevet ou une regreffe en y ajoutant une nouvelle quantité d'ingrédients.

DE LA TEINTURE PROPREMENT DITE.

L'art de la teinture a pour but de combiner la masse entière des fibres avec la matière colorante, soit directement, soit au moyen de mordants.

La laine, la soie, le chanvre, le lin, le coton à l'état de fibres ou de fils sont tous teints par ce procédé; on l'emploie souvent aussi pour les draps, les étoffes de soie, de coton.

La teinture des fibres est toujours beaucoup plus solide que la teinture des étoffes, car dans celles-ci la fibre, par les opérations préliminaires qu'on lui a fait subir, est moins poreuse et par conséquent moins apte à recevoir la couleur.

Toutes les couleurs ne sont pas d'égale solidité; on distingue les couleurs bon teint et celles petit teint.

Dans la teinture de la laine, toutes les nuances bon teint reçoivent un pied de bleu.

Donner un pied c'est donner une première couleur à une étoffe qui doit en recevoir une autre plus tard.

Les couleurs petit teint sont ou solides ou non solides, suivant les mordants et les matières colorantes employées. Les couleurs remontées sont des nuances qui, après avoir reçu un pied solide, sont foncées au moyen de couleurs meilleur marché et moins solides.

Dans la teinture, les couleurs sont divisées en simples ou primitives et en composées.

Il n'y a que trois couleurs primitives, le rouge, le jaune et le bleu. Le rouge se soudivise en rouge foncé ou ponceau, ou gros rouge, en rouge cerise et en rose. Le jaune se soudivise en bouton d'or, en immortelle et en paille. Le bleu se soudivise en bleu de France, ou gros bleu, en outremer ou bleu moyen, et en bleu céleste.

Les couleurs composées formées par l'association de ces couleurs se divisent en deux classes, les binaires et les ternaires.

Les couleurs binaires sont pures lorsqu'elles sont formées par les couleurs simples en accord parfait; elles sont mixtes lorsque, l'accord n'existant plus, l'une des nuances domine.

Les couleurs binaires pures forment les nuances orange, qui se soudivise en orange foncé, moyen, clair ou nankin; lilas, qui se soudivise en violet évêque ou lilas foncé, lilas moyen, lilas clair ou hortensia; vert, qui se soudivise en gros vert ou vert pré, vert moyen ou vert de Scheèle, vert clair ou vert d'eau.

Les couleurs binaires mixtes sont l'orange rougeâtre, l'orange jaunâtre, le lilas rougeâtre, le lilas bleuâtre, le vert jaunâtre et le vert bleuâtre.

Les couleurs ternaires sont pures ou mixtes.

Le noir est la seule couleur ternaire pure; il se soudivise en noir, gris de fer, et gris perlé.

Les couleurs ternaires mixtes sont : le grenat, qui se soudivise en puce, grenat moyen, grenat clair ou tabac; le bronze, qui se soudivise en bronze, olive et réséda; le brun, qui se soudivise en marron, bois et noisette.

On donne le nom de couleurs franches aux couleurs simples et aux mélanges binaires, et celui de couleurs rabattues, rompues, brunitures, aux nuances que l'on obtient en diminuant l'éclat des couleurs franches par leur mélange avec le noir.

Les brunitures se font en passant, après la teinture, les étoffes dans un bain formé d'un mélange de couperose, de Campêche, de noix de galle et de sumac; ainsi obtenues, ces teintes ne sont pas solides : il vaut mieux les produire en rabattant.

On rabat les couleurs franches au moyen d'autres couleurs franches : on rabat le rouge avec le jaune et le bleu ou le violet, l'orangé avec le bleu, le jaune avec le rouge et le bleu ou le violet, le vert avec le rouge, le bleu avec le jaune et le rouge ou l'orange, le violet avec le jaune.

Les procédés de teinture varient non-seulement pour les couleurs à appliquer, mais encore pour les étoffes sur lesquelles on veut les appliquer.

Nous allons passer en revue ceux qui sont employés pour donner aux étoffes de laine, de soie ou de coton, les nuances les plus usitées.

Nous commencerons par l'étude de la teinture de ces tissus en couleurs primitives.

TEINTURE EN BLEU.

Les bleus s'obtiennent avec l'indigo, le bleu de Prusse, la laque obtenue par l'action de l'oxyde de cuivre sur la matière colorante du Campêche, et au moyen des matières colorantes bleues artificielles. De tous ces bleus, celui de l'indigo donne seul des nuances solides, et il a de plus l'avantage de pouvoir s'appliquer à tous les genres de tissus. On s'en sert surtout pour la teinture des laines.

La teinte varie de solidité suivant le moyen employé pour rendre l'indigo soluble; le bleu de cuve, c'est-à-dire l'indigo dissous par hydrogénation ou au moyen des alcalis, est plus solide et donne des nuances très-foncées. L'indigo dissous dans l'acide sulfurique donne des nuances plus brillantes, mais moins solides.

Le bleu de Prusse ne peut être employé sur les étoffes de fatigue, à cause de son peu de solidité; mais son éclat dans la teinture des étoffes de laine légères et de la soie rend son usage très-fréquent.

Les bleus obtenus avec les sels de cuivre et de Campêche sont assez brillants, mais n'ont aucune solidité; cependant on les emploie quelquefois pour la teinture des draps en pièce, à cause de l'avantage qu'ils ont de pénétrer complétement l'étoffe, tandis que l'indigo ne la teint que superficiellement.

Il est facile de reconnaître la nature des matières colorantes bleues

qui ont été employées dans la teinture d'un tissu ; deux réactifs et l'incinération suffisent pour effectuer cette analyse.

L'étoffe qu'on a fait bouillir dans une solution de potasse caustique ne s'altérera pas si elle est teinte à l'indigo ; elle deviendra couleur de rouille si elle doit sa nuance au bleu de Prusse.

A froid, l'indigo résiste au contact de l'acide sulfurique concentré, le bleu de Prusse se décolore et reprend sa couleur dans l'eau, le bleu de Campêche rougit.

Les cendres du bleu de Campêche donnent du cuivre ; celles du bleu de Prusse du fer, tandis que celles d'indigo sont exemptes de ces métaux.

Bleu d'indigo. L'indigo peut être appliqué sur les étoffes soit hydrogéné, soit dissous dans l'acide sulfurique. Le premier procédé est de beaucoup le plus général, le second ne s'applique que dans quelques cas particuliers, et encore aujourd'hui préfère-t-on l'emploi du carmin d'indigo.

L'indigo soluble se prépare dans des vaisseaux spéciaux, portant le nom de cuves. Ces cuves sont en bois ou en cuivre ; elles sont toujours recouvertes, pour éviter l'action de l'air sur le bain d'indigo, qui en absorbant de l'oxygène précipiterait de la matière colorante à l'état insoluble.

Les cuves d'indigo sont réunies dans un atelier spécial, qui porte le nom de guède, et l'ouvrier qui les surveille s'appelle guéderon.

Les cuves d'indigo se préparent de diverses manières ; on les monte au pastel, à la vouède, à la potasse (cuve d'Inde), à l'urine ; mais les plus employées sont la cuve allemande, pour les étoffes de laine, et la cuve à la couperose ou à froid pour les fibres végétales.

Lorsque l'on monte une cuve, le but que l'on veut atteindre est d'allier à l'indigo une substance qui s'oxyde en même temps qu'elle l'hydrogénera ; mais cette matière doit aussi ne pas nuire à la nuance bleue à produire. Ce sont ces considérations qui ont fait adopter l'emploi du pastel et de la vouède, qui ne peuvent qu'augmenter la masse d'indigo du bain, et aussi celui de la garance, dont la teinte violette en présence des alcalis de la cuve ne peut que rehausser la nuance de l'indigo.

La cuve au pastel se prépare en mettant dans le bain qui a subi l'ébullition 160 kilogrammes de pastel, soit en poudre, soit en morceaux ; car suivant quelques praticiens non-seulement la cuve

dure plus longtemps dans ce cas, mais encore ses effets ne sont pas les mêmes; en même temps on y jette 10 kilog. de garance, 6 de gaude et 6 de son, pour une cuve d'un mètre et demi de diamètre et de deux mètres et demi de profondeur. On rafraîchit jusqu'à +55°, en ayant soin de remuer avec un râble, et de ramener jusqu'à la partie supérieure du bain les matières qui se sont précipitées au fond de la cuve, ce qu'on appelle pallier. On couvre ensuite le bain, pour éviter le contact de l'air, et on le pallie de nouveau toutes les trois heures jusqu'au moment où, l'odeur ammoniacale commençant à se faire sentir, il se forme à sa surface une écume bleue, produite par l'indigo du pastel. Le bain peut alors commencer à hydrogéner l'indigo : aussi y met-on de 3 à 4 kilog. de chaux pour l'alcaliniser, et par suite pour faciliter la dissolution de l'indigo blanc y verse-t-on l'indigo pulvérisé, dont la quantité varie avec la nuance qu'on veut obtenir.

A partir de ce moment on doit veiller à ce que la cuve reste dans un état d'alcalinité convenable, en y ajoutant de la chaux de temps en temps, les acides dégagés par la fermentation neutralisant petit à petit celle qui avait été introduite; on reconnaît l'alcalinité du bain à l'odeur plus ou moins ammoniacale qu'il dégage : lorsque la cuve est douce, c'est-à-dire lorsque l'odeur est faible, cette addition est nécessaire.

On pallie toutes les trois heures, comme avant l'introduction de l'indigo, en veillant chaque fois à ce que la cuve ne soit pas trop douce.

Au bout de six heures, la cuve est recouverte d'une abondante fleurée; le bain est d'un jaune roux foncé, et par transparence il paraît vert; l'odeur ammoniacale est forte : la cuve peut alors commencer à servir.

La durée d'une cuve de pastel peut être de six mois, ce qui lui fait donner la préférence sur celle de vouède, dont la durée ne dépasse pas trois mois; la cuve de vouède se prépare par des procédés semblables à ceux de la cuve de pastel. Dans ces deux cuves l'indigo se renouvelle à mesure qu'il s'épuise, et on ajoute en même temps de la garance ou de la vouède et du son.

La *cuve d'Inde* est beaucoup plus facile à diriger que la cuve de pastel. On la monte dans des chaudières en cuivre de forme conique pouvant se chauffer directement; pour 10 kilog. d'indigo que doit contenir la cuve on fait bouillir dans l'eau nécessaire pour la former 6 kilog. de garance et 2 kilog. de son; au bout de

deux heures de bouillon on ajoute 20 kilog. de cendres gravelées, en continuant l'ébullition. On rafraîchit deux heures après, et on ajoute l'indigo.

Au bout de vingt-quatre heures l'indigo est dissous, la cuve neuve présente une nuance rousse, qui verdit par le travail. Cette cuve dure beaucoup moins que la cuve de pastel; sa température doit toujours être modérée.

La *cuve à la potasse* n'en diffère que par l'emploi du carbonate de potasse substitué aux cendres gravelées.

La potasse dissolvant mieux l'indigo blanc que la chaux, on arrive plus vite avec cette cuve à appliquer les teintes foncées. Dans la préparation de la cuve d'Inde, au lieu de mettre l'indigo en nature, on a soin de le mettre après qu'il a subi en partie la transformation en indigo soluble, dans un petit bain de composition analogue à celle de la cuve.

La *cuve allemande* est la plus employée aujourd'hui. La cuve allemande est trois fois plus grande que la cuve d'Inde. La chaudière est chauffée directement; elle a deux mètres de diamètre et environ deux mètres et demi de hauteur, elle contient environ 8,000 litres. Pour la monter on la remplit d'eau, que l'on chauffe à $+90^{\circ}$; on y verse alors 200 litres de son, 10 kilog. de cristaux de soude, 5 kilog. d'indigo et 2 $\frac{1}{2}$ kilog. de chaux. On pallie souvent.

Au bout de douze heures environ la fermentation est établie, de nombreuses bulles de gaz viennent crever à la surface et le liquide devient vert : elle peut alors commencer à servir; chaque jour on remonte la cuve avec l'indigo, le son, les cristaux de soude et la chaux; quelquefois on remplace le son par de la mélasse de betterave. Lorsque l'on veut teindre la laine au moyen d'une des cuves précédentes, on s'assure d'abord de son bon état en y plongeant deux heures après l'avoir palliée un échantillon de laine qui au bout d'une demi-heure doit en sortir vert pour passer au bleu dès qu'il est exposé à l'air.

On descend alors, avant de commencer le travail, un filet dans la cuve, pour éviter le contact des matières à teindre avec le dépôt qui se trouve au fond.

On a soin de mouiller complétement les étoffes de laine avant de les introduire dans la cuve, car s'il restait des parties sèches dans l'étoffe, celles-ci étant enveloppées d'air il y aurait une réduction de l'indigo à ces places qui empêcherait l'imbibition de la solution et

formerait des taches. Les draps sont plongés à la main, en ayant soin de renouveler les surfaces en contact avec le bain au moyen de crochets à pointes mousses, pendant la durée de l'immersion, qui est de vingt-cinq minutes. Les draps sont ensuite retirés; on tend les pièces sur un bard disposé à cet effet sur la cuve, on les tord et les évente : cette opération constitue le palliement; on la renouvelle jusqu'à ce que les draps soient arrivés à la teinte voulue. En la répétant un plus ou un moins grand nombre de fois on arrive à donner aux draps des teintes de plus en plus foncées jusqu'à celles connues sous le nom de bleu d'enfer.

Les étoffes sont ensuite dégorgées.

On teint les écheveaux en les soutenant sur la cuve avec des lissoirs jusqu'à ce que la teinte soit bien uniforme; on les retire, on les tord, et on renouvelle l'immersion s'il est nécessaire.

La laine en flocons se teint par mises de trente kilogrammes environ; on la descend dans le bain au moyen d'un panier ou d'un filet; on l'y laisse vingt minutes, en l'agitant continuellement; on la retire, on la laisse égoutter, et on la jette ensuite sur le sol, où elle est éventée à la main.

La laine absorbe non-seulement l'indigo contenu dans l'eau qu'elle pompe, mais elle prend encore une partie de celui contenu dans le reste du liquide; elle épuise le bain par cette affinité dont elle est douée pour l'indigo soluble. Il est une limite d'absorption qu'elle ne peut dépasser, quel que soit le temps d'immersion; cependant, comme l'indigo bleu par sa présence sur l'étoffe ne diminue pas cette affinité, après l'aération la laine est de nouveau apte à se recharger d'indigo blanc.

Après chaque palliement, la cuve doit être couverte, pour que l'indigo oxygéné par le contact de l'air pendant le travail qu'on a fait sur la cuve puisse s'hydrogéner; le repos dure plus ou moins longtemps, suivant l'âge de la cuve; on peut faire jusqu'à quatre mises par jour; dans les cuves d'Inde, on peut même aller à un chiffre plus élevé.

Lorsque la cuve est forte, c'est-à-dire trop alcaline, l'indigo est dissimulé dans une combinaison insoluble avec la chaux; mais la présence d'un acide suffit pour régénérer la matière colorante : on se sert pour cet usage du sulfate de fer.

Si la cuve est douce et qu'on n'ajoute pas immédiatement de la chaux, elle peut recevoir un coup de pied : la fermentation putride s'y établit, et l'indigo est détruit. La cuve est alors coulée, et il est

fort difficile de la rétablir; les précautions seules peuvent faire éviter cet accident.

La soie est rarement teinte à la cuve d'indigo; on emploie de préférence la cuve de potasse, que l'on monte avec 4 kilog. d'indigo, 2 kilog. de potasse du commerce, 1 kilog. de garance et 4 kilog. de son. En augmentant la quantité de garance le ton devient plus solide, mais prend une nuance plus verte. Pour obtenir un bleu intense sur soie avec la cuve d'Inde il faut que cette substance ait reçu un pied d'orseille ou de cochenille. On préfère pour la soie la teinture en bleu Napoléon. Pour la teinture du coton et des fibres végétales on emploie la *cuve à froid* ou au vitriol.

Dans des cuves en bois doublé de plomb, de la contenance de quatre à cinq mètres cubes, on introduit l'eau, l'indigo, la chaux et le sulfate de fer. Suivant la nuance que l'on veut obtenir et le mode de travail en usage, les doses de chaque substance varient; elles se rapprochent en général pour 4,000 litres d'eau des suivantes :

Indigo broyé. . . .	20 kilog.
Sulfate de fer. . . .	15 à 19 kilog.
Chaux vive.	20 kilog.

On ne monte pas toujours les cuves de même; tantôt le sulfate de fer étant dissous et l'indigo délayé, on ajoute peu à peu la chaux vive, en palliant; tantôt on délaye la chaux et l'indigo, et le sulfate de fer dissous n'est mis qu'après.

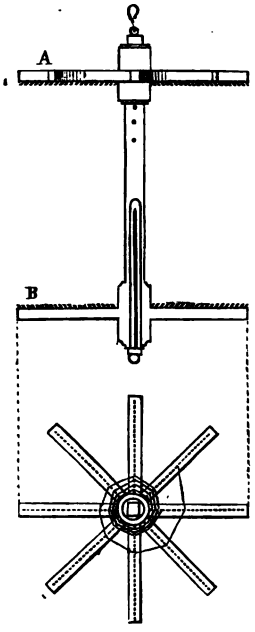
On a soin d'agiter vivement quelque temps, pour que la réaction qui donne naissance à l'indigo blanc se fasse facilement. Mais cette agitation peut être remplacée avec avantage par une élévation de température.

Au bout de quelques heures, la cuve se couvre de fleurée, le liquide a pris une teinte jaunâtre.

Le lendemain elle est prête à fonctionner; la teinture des fils s'y fait comme celle des laines dans les autres cuves; seulement, avant de les dégorger on les passe à l'eau acide, qui avive la couleur en même temps qu'elle débarrasse les fils de la chaux qu'ils avaient prise dans le bain alcalin.

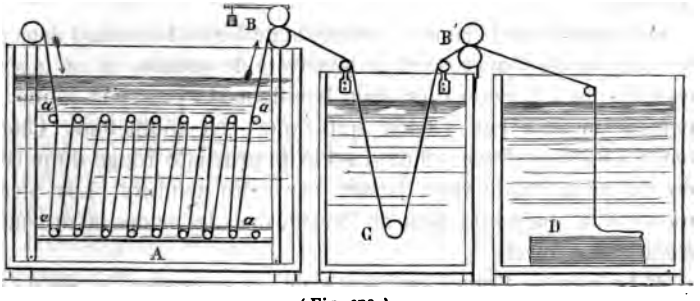
Les calicots sont teints dans les cuves ordinaires disposés sur les champagnes ou passés dans les cuves à roulettes.

Les champagnes (*fig.* 669) sont formés de deux disques à jour fixés sur un arbre de bois, l'un à poste fixe (A), l'autre pouvant se rapprocher ou s'éloigner à volonté du premier (B); ces disques sont garnis de petites tringles de bois disposées en limaçon et armées de crochets qui servent à tendre l'étoffe par la lisière; de cette façon aucun point de l'étoffe ne touche à l'autre. On descend la champagne dans le bain au moyen d'une poulie; le tissu par cette disposition s'imprègne complétement de la liqueur; on retire la champagne au bout de huit minutes, et l'air alors, frappant toutes les faces du calicot, régénère également le bleu. Lorsque la nuance voulue est atteinte on lave à l'eau acide, puis à grande eau.



(Fig. 669.)

Les cuves à roulettes (*fig.* 670) sont de grandes cuves en bois carrées (A) où l'étoffe est obligée de suivre la route tracée par une suite de rouleaux (*a*), comme l'indique la figure. En sortant du bain elle passe entre deux cylindres compresseurs (B), qui



(Fig. 670.)

la débarrassent de l'excès de liquide pris dans la cuve d'indigo, et elle plonge ensuite dans un bain acide (C) qui précède immédiatement la cuve de lavage ordinaire (D).

Bleu de Saxe. Le bleu de Saxe ne s'emploie guère que pour les nuances bleu de ciel sur laine.

On le prépare en dissolvant de l'indigo très-sec dans de l'acide

sulfurique concentré, en ayant soin de ne mettre l'indigo que par petites proportions, pour éviter l'échauffement du mélange; on ferme le vase, et on laisse réagir quarante-huit heures à 40°. Il faut de quatre à cinq parties d'acide sulfurique de Saxe pour en dissoudre une d'indigo. La liqueur qu'on obtient est bleu pourpre, tandis que l'acide sulfurique ordinaire n'en dissout que moitié moins et donne une solution bleu noir.

Avant de l'employer on lui fait subir une épuration, après laquelle il porte le nom de bleu distillé, et qui a pour but de le séparer du rouge d'indigo. A cet effet on étend la solution sulfurique de vingt volumes d'eau et on y plonge de la laine pendant quelque temps: celle-ci se charge de la matière colorante; on la lave ensuite à la rivière, et on la soumet après à l'action d'une lessive alcaline qui dissout le bleu seul et laisse le rouge combiné à la laine.

Le sulfo-indigotate obtenu ainsi est ensuite appliqué sur la laine préalablement mordancée par un bouillon d'une demi-heure dans une solution d'alun et de crème de tartre. On a soin d'ajouter dans la teinture un peu de cochenille, qui a pour but de détruire la pointe verdâtre du bleu distillé.

La soie doit être d'abord passée au bain d'alun et ensuite dans la dissolution de bleu distillé additionnée d'une petite quantité d'acide tartrique ou sulfurique et d'un peu de cochenille.

Bleu de Prusse. La laine se teint en bleu de Prusse par deux procédés.

1° On mordance la laine en peroxyde de fer en la passant dans un bain chaud de couperose et de bitartrate de potasse, et on la soumet ensuite à l'action d'un bain bouillant de prussiate jaune de potasse acidulé par l'acide sulfurique; en soumettant l'étoffe teinte à l'action d'une solution acide de prussiate rouge de potasse on enlève la teinte verte laissée par cette teinture. Les alcalis montent la nuance du bleu de Prusse, mais les acides la ramènent à son état naturel.

2° Le bleu de France sur laine s'obtient en passant la pièce dans un bain composé de :

Eau.	80 litres.
Prussiate jaune de potasse.	360 grammes.
Acide sulfurique.	360 »
Alun.	500 »

Le bain est contenu dans une cuve chauffée à la vapeur et gar-

nie d'un tourniquet. La pièce est tournée pendant une heure, à la température de + 40°; la seconde heure le bain est chauffé à + 60°; enfin pendant la troisième heure on l'élève à + 100°. Dans cette dernière heure on ajoute à la cuve 15 grammes de sel d'étain. La teinture étant donnée, on abat, puis on lisse la pièce jusqu'à refroidissement; l'étoffe est ensuite avivée, après toutefois avoir été foulonnée à la terre de pipe et lavée à l'eau courante. Le bain d'avivage se compose de :

Alun.	500	grammes.
Acide sulfurique.	360	»
Sel d'étain.	15	»

On dissout à chaud; la pièce est tournée une heure dans cette solution; on l'abat et on la rince.

Cette abstention des sels de fer donne des nuances claires et très-uniformes; mais l'eau de savon et la lessive détruisent ce bleu, et bornent par conséquent beaucoup son usage.

La soie prend des nuances très-vives par la teinture en bleu de Prusse. On les désigne sous le nom de bleu Raymond, bleu Marie-Louise, bleu Napoléon.

Pour teindre la soie en bleu Raymond, on la piète dans un premier bain, contenant :

Eau.	250	litres.
Dissolution Raymond. . . .	2	»
Sel d'étain.	125	grammes.

La dissolution Raymond est formée avec 8 kilogrammes de sulfate de fer dissous dans 2 kilogrammes d'acide nitrique et étendus d'assez d'eau pour marquer 40 degrés à l'aréomètre acidimétrique.

L'étoffe piétée et bien rincée est ensuite passée dans une solution composée de :

Eau.	250	litres,
Prussiate jaune de potasse.	150	grammes,

à laquelle on ajoute, après un premier passage de l'étoffe, 600 grammes d'acide sulfurique.

L'étoffe est soumise deux fois de suite à ces manipulations dans les bains de fer et de prussiate, et ensuite rincée.

La teinture en bleu Napoléon s'obtient en piétant les soies dans un bain composé de :

Eau.	800	litres.
Acide sulfurique.	1	kilogr.
Sulfate de peroxyde de fer à 40°. . .	10	»
Protochlorure d'étain.	3	»

Le tissu est lavé ensuite et passé après dans un bain contenant :

Eau.	800	litres.
Prussiate jaune de potasse.	5	kilogr.
Acide chlorhydrique	4	»

On renouvelle trois fois le passage dans les deux bains, on laisse l'étoffe exposée douze heures à l'air, on la lave bien, et on avive enfin la couleur par une immersion dans l'eau acidulée à l'acide sulfurique.

On donne au coton le bleu de Prusse en mordançant le tissu dans un bain de nitrosulfate de fer additionné de sel d'étain et en teignant ensuite à froid dans un bain acide de prussiate jaune de potasse.

Bleus de Campêche. Les étoffes de laine avant d'être teintes en bleu faux teint sont soumises au bouillon dans une solution d'alun et de tartre pendant une heure et demie ; la laine est ensuite lavée et ramenée dans le bain, où l'on a introduit du bois de Campêche en nature ou son extrait et du sulfate de cuivre. On teint au bouillon, et on avive en passant ensuite le tissu dans un léger bain bouillant de sulfate de cuivre.

Le bleu de roi, le bleu d'enfer s'obtiennent en faisant passer la laine dans un bain auquel, après avoir fait bouillir une petite quantité de Campêche, on ajoute :

Alun.	10	kilogr.
Tartre	2	»
Sulfate de cuivre.	1	»

Après trois heures de bouillon avec la laine dans le bain, on retire celle-ci et on ajoute 15 kilogrammes de bois de Campêche, que l'on fait bouillir pendant une heure; on remet la laine une demi-heure, en ayant soin de l'agiter continuellement. On la retire, en laissant toujours le bain au bouillon, puis on la remet au bout d'une heure et demie, le bain ayant été remonté en sulfate de

cuivre. On retire quelque temps après la laine, et on la soumet au lavage.

Quelquefois on monte la nuance de draps piétés au bleu de cuve, au moyen du bleu de Campêche.

Le coton est aussi teint avec les bleus de Campêche. On obtient le bleu de Campêche sur coton en trempant l'étoffe dans une dissolution de Campêche marquant de 1 à 2 degrés à l'aréomètre et contenant un trente-deuxième environ d'acétate de cuivre. On entre l'étoffe à froid, et on élève la température en une heure à + 50°, en ayant soin d'agiter continuellement le tissu. Quelquefois on sépare l'opération en deux temps : dans le premier on passe au mordant, et à la couleur dans le second; quelle que soit la façon dont on a opéré, le coton est toujours immergé après dans un bain contenant :

Extrait de Campêche liq. à 2°	50 lit.
Bichromate de potasse.....	150 gr.
Acide chlorhydique à 22°.....	350 »

Le coton en sort teint en indigo très-foncé ayant l'aspect cuivré.

Bleus artificiels d'aniline et d'acide phénique. La teinture en bleuine sur laine et sur soie se fait sans difficulté, en trempant seulement les étoffes dans le bain, sans mordancer; sur coton, l'application n'est possible qu'après qu'on a animalisé l'étoffe avec l'albumine ou qu'on l'a engallée avec une légère dissolution de tannin.

La teinture en azuline, à cause de l'insolubilité de celle-ci, demande beaucoup d'habileté de la part de l'ouvrier.

On prépare le bain de teinture pour la soie et la laine en ajoutant dans l'eau tiède la quantité nécessaire de solution alcoolique d'azuline; on a soin de tenir le bain légèrement acide par l'acide sulfurique. On agite continuellement, pour empêcher la matière colorante de se précipiter.

Les fibres des tissus qu'on y plonge s'emparent facilement de la matière colorante, et prennent une nuance grisâtre assez peu uniforme; on avive ensuite sur un bain bouillant fortement aiguisé d'acide sulfurique. La couleur dans cet avivage subit une véritable fusion qui égalise la nuance; on dégorge ensuite et l'on passe au savon.

On a teint le coton en bleu d'aniline insoluble en le plaquant avec un mélange de chlorhydrate d'aniline, d'acide acétique et de chlorate de potasse épaissi à la gomme; on laissait à l'air jusqu'à ce que la toile eût pris une teinte verte bien tranchée, environ deux ou trois heures, et l'on passait ensuite à l'avivage dans un bain chaud de

bichromate de potasse. La teinte verte virait aussitôt au bleu intense. Ainsi obtenu, ce bleu est fort solide et résiste bien à l'action de l'air.

TEINTURE EN ROUGE.

La couleur rouge et ses nuances s'obtiennent avec la garance, la cochenille, le bois de Brésil, le carthame et les dérivés colorés de l'aniline, quelquefois l'iodure de mercure et la murexide.

Les rouges sur laine sont avivés au moyen de mordants à l'étain: c'est le procédé employé pour obtenir l'écarlate.

Les rouges sur soie s'obtiennent aujourd'hui presque exclusivement au moyen des dérivés de l'aniline.

La principale teinture en rouge pour le coton se fait avec la garance, et la plus solide porte le nom de rouge des Indes, rouge d'Andrinople, rouge turc.

Rouge de garance. Les rouges de garance, quelle que soit la nature de l'étoffe sur laquelle on les applique, sont les seuls qui peuvent être considérés comme de grand teint.

Dans la teinture en garance, on doit veiller à ce que les eaux soient bien dépouillées de sels calcaires, car la présence de ces sels fait virer plus ou moins la couleur au violet.

La teinture des laines en garance se fait en deux opérations, le bouillon et la rougie. Le bouillon a lieu dans un bain contenant 25 kilogr. d'alun et 6 kilogr. de tartre pour 100 kilogr. delaine; il dure trois heures. La laine est ensuite retirée, égouttée, éventée et renfermée humide dans des sacs, où on la laisse huit jours, en évitant qu'elle ne se sèche. Au bout de ce temps elle est passée en garance. Le bain de garance contient la moitié du poids de la laine qui doit être teinte de garance en poudre. On y plonge la laine, et on l'agite pendant tout le temps qu'elle est dans le bain qu'on doit promptement amener à l'ébullition; on l'en retire alors, pour que la couleur appliquée ne soit pas altérée par le jaune de la garance, qui se fixe à cette température.

La fixation du rouge d'Andrinople sur coton est une des opérations les plus longues de la teinture; nous allons passer en revue les diverses manipulations auxquelles on soumet le coton dans les fabriques suisses pour arriver à cette belle nuance.

Le calicot est d'abord décreusé, soit dans un bain de savon, soit dans une solution de carbonate de potasse, lavé ensuite et foulonné. Après cette opération, les pièces sont travaillées dans les bains

blancs; le bain blanc contient pour 100 kilogrammes de coton 31 litres de bouse de vache fermentée et mise en bouillie avec l'urine de l'animal, délayés dans 100 litres d'eau à + 40°, auxquels on ajoute ensuite 7 kilogr. d'huile tournante et 125 litres de solution de carbonate de potasse à 2 degrés pour émulsionner l'huile tournante, qui est l'huile d'olive connue dans le commerce sous le nom d'huile grasse. On a soin d'avoir les bains huileux toujours bien émulsionnés et liés; on y arrive facilement en les agitant continuellement au moyen d'un agitateur à palettes horizontales qui exécute un mouvement de bas en haut dans la cuve qui les contient.

Après chaque passage en bain blanc, les pièces sont abandonnées à elles-mêmes pendant douze à dix-huit heures et séchées à l'étuve chauffée à + 60°.

On répète ces bains dans de nouvelles liqueurs quatre fois, puis on passe les étoffes dans quatre autres bains formés par les résidus des quatre précédents ajoutés aux vieilles eaux de dégraissage; à chaque bain la température est élevée; après l'huilage ainsi pratiqué, on soumet les étoffes au dégraissage. Le dégraissage s'opère en foulant les étoffes avec les pieds dans une cuve contenant de l'eau tiède, et en les y laissant la nuit (c'est l'eau provenant de ces bains de dégraissage chargée de matières savonneuses qui sert à former les bains qui suivent les bains blancs); elles sont ensuite dégorgées par les procédés ordinaires et séchées à l'étuve à + 50°.

Après cette préparation on donne deux engallages; le premier dans un bain formé par une décoction d'une heure de 4 kilogrammes de noix de galle, de 3 kilogr. de sumac dans 100 litres d'eau, chauffée à une température de + 50°.

Le second bain d'engallage a lieu dans une décoction de noix de galle alunée. Les étoffes engallées sont alunées en les faisant passer dans un bain contenant 10 kilogr. d'alun et 2 kilogr. de solution de carbonate de potasse à 20° aréométriques pour 100 litres d'eau. On sèche l'étoffe et on sature ensuite l'alun en passant le calicot dans un bain de craie. On lave le tissu et on le sèche. Dans cet état, l'étoffe est mise en teinture, elle reçoit la couleur par un séjour de deux heures et demie dans un bain formé pour 100 kilogr. de tissu de 100 kilogr. de garance paluds, 15 kilogr. sumac et 80 litres de sang de bœuf. Le bain doit être tenu à l'ébullition une demi-heure environ. Les pièces sont rincées et soumises ensuite à deux avivages, par une ébullition de six heures dans des chau-

dières autoclaves renfermant des solutions contenant pour le premier avivage 25 kilogrammes de savon, 15 kilogr. de carbonate de potasse et 1 kilogr. de protochlorure d'étain; pour le second, 25 kilogr. de savon, 1 kilogr. de protochlorure d'étain et 750 grammes d'acide nitrique.

Entre chaque opération les étoffes avant d'être séchées à l'étuve sont toujours soumises à une aération plus ou moins longue.

Le coton est souvent teint en rouge par un procédé moins long, qui donne une couleur moins éclatante, moins résistante au savon, mais qui est moins influencée par le soleil.

La garance donne aussi sur coton des roses estimés, à cause de leur solidité.

Écarlate. L'écarlate ne peut s'appliquer que sur la laine; on l'obtient soit avec la laque, soit avec la cochenille, mordancées avec la composition d'étain.

Le mordançage s'exécute dans un bain contenant pour 20 kilogr. de laine 3 litres de composition et 1 ½ litre de crème de tartre. La laine y est soumise au bouillon pendant une heure, après quoi elle est retirée, et l'on ajoute au bain 3 nouveaux litres de composition d'étain, 1 ½ litre de crème de tartre et 3 kilogrammes de lacdye. On donne un bouillon de dix minutes, on plonge ensuite la laine, en ayant soin de la remuer continuellement pour égaliser la couleur, et on la porte après une demi-heure de bain bouillant au lavoir, d'où elle est ramenée pour passer à l'avivage. On avive la nuance en faisant bouillir la laine pendant dix minutes dans un bain contenant 2 décilitres de composition d'étain, après quoi on la rince au baquet.

Rouge de cochenille. Les rouges de cochenille sont de deux sortes; les rouges jaunes ou écarlates, que l'on obtient par l'action de l'acide tartrique ou chlorhydrique, et les rouges ponceau, qui sont les tons naturels à la cochenille.

La teinture de la laine à la cochenille se fait toujours en deux temps, le mordançage, que l'on appelle bouillon, et la mise en couleur, ou rougie.

On donne le bouillon dans un bain contenant pour 100 kilogr. de laine 6 kilogr. de crème de tartre, 5 kilogr. de composition d'étain et 500 grammes de cochenille. Il est essentiel pour ce bain que l'eau soit très-pure, car les sels en général foncent la couleur de la cochenille; les pièces doivent rester environ trois heures; on les retire ensuite pour les porter dans la rougie après

ju'elles ont été rincées. La rougie contient $\frac{1}{2}$5 kilogr. de cochenille et 14 kilogr. de composition d'étain. On y laisse l'étoffe jusqu'à ce qu'elle ait atteint la nuance voulue.

Les cramoisis s'obtiennent en remplaçant une partie de la composition d'étain par de l'alun.

Pour teindre la soie en cochenille, on alune d'abord les écheveaux en les faisant tremper six heures dans un bain contenant 3 kilogr. d'alun pour 100 litres d'eau; on les lave ensuite, et on les exprime pour les faire entrer dans le bain de teinture tiède.

On prépare ce bain en faisant bouillir dans 10 litres d'eau 8 grammes de noix de galle et 90 grammes de cochenille; dans cette décoction on ajoute ensuite 45 grammes de crème de tartre et environ 10 grammes de composition d'étain par 500 grammes de soie.

Les écheveaux sont lissés jusqu'à ce que le bain soit en ébullition; à ce moment on laisse échapper les écheveaux dans le bain, et on ne les en retire que six heures après pour les laver.

On emploie encore pour la teinture en rouge et ses nuances le bois de Brésil, le carthame, le kermès, etc.

Le bois de Brésil ne s'emploie que pour les étoffes communes, à cause du peu de solidité de sa couleur et de l'influence des alcalis et des acides sur ses nuances.

Le carthame donne des nuances fort belles, mais tellement fugaces que son emploi a toujours été très-borné.

Toutes les matières premières sont d'ailleurs, sans en excepter la cochenille, remplacées aujourd'hui par les rouges artificiels obtenus avec l'aniline.

Rouges d'aniline. La teinture en rouges d'aniline sur laine et soie est extrêmement facile à pratiquer, car ces tissus ont une grande affinité pour ces couleurs.

Les rouges d'aniline pour pouvoir être employés doivent être débarrassés des agents minéraux qui ont servi à les obtenir.

La fuchsine, qui est préparée avec le bichlorure d'étain, est séparée de ce métal par l'addition d'ammoniaque; la solution incolore obtenue est saturée en grande partie par l'acide sulfurique et amenée ensuite à la neutralité parfaite par l'addition d'acide acétique ou d'acide tartrique. Le bain ainsi obtenu reprend alors sa couleur, et sert de bain de teinture. On y plonge les étoffes pendant un temps variable, suivant la nuance que l'on veut obtenir.

La teinture en azaléine, rouge au nitrate de mercure, est aussi

simple, car elle se fait par les mêmes manœuvres dans un bain préparé avec une solution aqueuse de cette substance, filtré pour isoler les résines et acidifié.

Avant de teindre le coton avec ces matières, il faut l'animaliser ou l'engaller ; opérations qu'on peut remplacer en teignant le coton non préparé dans un bain contenant de l'albumine ou du tannin. La matière colorante et les mordants se fixent du même coup sur l'étoffe.

La similitude des procédés pour la teinture en violet d'aniline nous fait rapprocher la description de ceux-ci de la description de ceux qui sont employés dans la teinture en rouge.

Violets d'aniline. Les violets d'aniline sont employés dans la teinture de la laine, de la soie et du coton.

Ils donnent toutes les nuances nées de l'alliance du bleu et du rouge ; mais ces couleurs d'un très-bel éclat sont malheureusement très-sensibles à l'action de l'air et à celle de la lumière.

L'indisine alliée au carmin d'indigo donne une nuance bleue violacée très-belle.

La laine et la soie se teignent en violet par une immersion de vingt à trente minutes dans un bain chaud et légèrement acide où la couleur a été délayée.

Le coton est mordancé avec l'albumine avant d'être teint en violet et quelquefois avec un oxyde de plomb ou le biphosphate de chaux.

Il est avantageux de soumettre le coton avant sa teinture en violet à une suite de bains huileux analogues à ceux que l'on donne avant la teinture en rouge turc. On obtient ainsi des nuances bien plus éclatantes.

TEINTURE EN JAUNE.

Les substances propres à teindre en jaune sont très-nombreuses, et cependant la pratique n'a consacré que l'usage d'un petit nombre.

La laine ne se teint guère qu'avec le bois jaune, le quercitron, la gaude, le curcuma ; pour la mise en couleur de la soie on emploie surtout le rocou et aussi l'acide azotique et l'acide picrique. Le coton emprunte ses jaunes non-seulement aux mêmes matières que la laine, mais encore aux graines de Perse et d'Avignon et au chromate de plomb.

Jaune de gaude. La gaude s'emploie dans la teinture des draps

i doivent être mis en couleurs composées; on s'en sert préférable-
ent aux autres substances parce que sa matière colorante rougit
oins que les autres jaunes sous l'influence des alcalis. Dans cette
nture on recherche les eaux chargées de sels calcaires. On passe
s pièces d'abord dans un bain de mordant à l'alun et à la crème
tartre, et on les teint ensuite dans la décoction de gaude en ayant
in de les y tremper deux fois et de recharger le bain après la
emière immersion.

Le procédé de teinture en gaude sur soie est le même; on alune
s pièces, et on les teint ensuite en deux temps; dans le second
in on ajoute des cendres gravelées en quantité variable avec la
iance que l'on veut obtenir.

Le coton se teint à la gaude après avoir été mordancé à l'acétate
alumine; on ne doit pas élever la température des bains au-dessus
+ 30°, car à une chaleur plus grande il pourrait arriver que le
ordant se répandît dans la cuve de couleur.

Bois jaune. Le bois jaune ne peut être employé dans la teinture
uni, à cause de l'action des alcalis sur sa nuance; mais c'est
seule substance dont on fasse usage pour obtenir les verts de Saxe,
rce que seule elle ne s'altère pas sous l'influence du bleu de Saxe.
n teint la laine avec le bois jaune par les mêmes procédés qu'a-
c la gaude.

Quercitron. La teinture en quercitron se fait comme les précé-
entes; mais comme cette substance contient du tannin en assez
ande quantité pour donner de la dureté aux fibres et du sombre à
nuance, on a soin de précipiter ce tannin dans la décoction par
addition d'un peu de gélatine au bain de teinture.

Fustet. Le fustet donne des nuances fort belles, mais de peu de so-
dité. Avant de teindre les laines au fustet, on les mordance au
oyen du tartre et de la composition d'étain; dans la décoction
est nécessaire d'ajouter de la composition. Pendant l'application
e la couleur il faut exposer l'étoffe au moins deux fois à l'air.

Rocou. Le rocou s'emploie sur soie pour obtenir les jaunes oranges.
e bain de teinture se prépare en faisant bouillir parties égales de
ocou et de cendres gravelées. On teint à + 50°; mais on élève la
empérature à + 100° lorsqu'on veut obtenir des nuances foncées. On
btient ainsi les nuances aurores; les nuances oranges pures s'ob-
iennent en avivant avec le vinaigre ou tout autre acide végétal, et
vec même l'alun.

La soie se teint encore en jaune en se servant de l'action que l'a-

cide nitrique exerce sur elle; mais ce procédé a été abandonné depuis que les nuances claires sont si facilement obtenues au moyen de l'acide picrique.

Pour teindre la soie à l'acide picrique, il suffit de la plonger dans une solution plus ou moins concentrée de cet acide, en raison de la nuance que l'on veut obtenir, et chauffée à + 30°. La soie est séchée immédiatement au sortir du bain.

Les jaunes sur coton sont quelquefois obtenus au moyen du chromate de plomb, déposé directement sur l'étoffe. On mordance l'étoffe dans un bain acide d'acétate de plomb, et on la passe ensuite dans une solution de bichromate de potasse. On teint ainsi en jaune aladin. Le jaune orange s'obtient en trempant ensuite l'étoffe dans un bain alcalin chaud; là le chromate neutre déposé sur le tissu se transforme en sous-chromate, qui est d'une nuance bien plus foncée.

COULEURS COMPOSÉES.

On teint les étoffes en couleurs composées tantôt en leur donnant les deux nuances composantes successivement, tantôt par une seule immersion dans un bain contenant les couleurs primitives réunies. Il est impossible d'énumérer cette multitude de recettes qui donnent des nuances si variées, et que l'ouvrier par son habileté et son savoir-faire transforme de tant de façons diverses ; aussi indiquerons-nous seulement la nature des bains qui servent à former les nuances les plus répandues.

TEINTURE EN VERT.

Le vert sur laine s'obtient en teignant successivement l'étoffe en jaune et en bleu. Généralement il vaut mieux commencer par donner la nuance jaune. Le bleu se donne soit avec le bleu de cuve, soit avec le bleu de Saxe Les verts de Saxe sont beaucoup plus brillants, mais ils sont loin d'avoir la solidité des verts de cuve. C'est le bois jaune qui fournit en général la matière colorante aux verts de Saxe; on l'emploie quelquefois aussi pour les verts de cuve, mais en général on préfère le jaune de gaude, qui est beaucoup plus solide. La suie pourrait être employée comme matière colorante jaune dans les nuances bronze, olive; mais l'odeur qu'elle laisse aux tissus et la dureté qu'elle leur communique en rendent l'usage difficile.

Les cotons sont teints en vert par plusieurs procédés; le vert de Scheèle s'obtient en faisant passer successivement l'étoffe dans un

bain de sel de cuivre et d'acide arsenieux ; on forme ainsi directement sur l'étoffe l'arsenite vert. Les verts ordinaires sont donnés en teignant le coton d'abord au bleu de cuve et ensuite au jaune de chromate de plomb.

Sur soie les verts sont produits par l'alliance des bleus de carmin d'indigo et des jaunes de curcuma, de gaude et souvent d'acide picrique, surtout pour les verts printemps.

TEINTURE EN VIOLET.

Les violets, les lilas et autres couleurs dérivées du bleu et du rouge sont formés sur les étoffes par la réunion de ces deux nuances en proportions variables.

On teint en cramoisi sur laine avec la cochenille seule, mais on bleuit sa nuance au moyen de l'ammoniaque ; l'amarante se donne avec le Campêche mélangé au mordant, et on teint ensuite en cochenille. Le violet s'obtient en teignant les étoffes en bleu de cuve et ensuite en cochenille. Lorsque l'on veut avoir des lilas bien nets, on est obligé d'avoir recours à l'orseille ; mais, comme toutes les couleurs dérivant de l'orseille, ces lilas sont peu résistants à la lumière. Pour teindre en orseille, on prépare le bain en y délayant de l'orseille de mer en quantité convenable, et la laine y est passée sans intermédiaire. Les violets à bon marché sont le résultat de la teinture en bois d'Inde.

Le coton est teint en violet avec la garance après un mordançage au pyrolignite de fer.

Sur soie on teint avec les bains de physique, qui sont composés avec le Campêche et le Fernambouc et une dissolution d'étain dans un excès d'eau régale.

Mais depuis quelque temps tous ces procédés sont plus ou moins abandonnés pour la teinture en violet d'aniline. Voir TEINTURE EN ROUGE, p. 340.

TEINTURE EN NOIR.

La teinture de la laine en noir est rendue facile par l'aptitude qu'a sa fibre à s'unir aux substances qui donnent cette nuance ; on l'obtient toujours au moyen du tannate de fer, allié ou non au gallate.

Avec la soie la combinaison est rendue plus difficile, à cause de son peu d'affinité avec les sels de fer.

Les procédés de teinture en noir sont très-nombreux, et varient presque selon chaque atelier; nous décrirons les plus importants d'entre eux. La teinture des étoffes de laine a toujours lieu dans une chaudière surmontée d'un tour; les manipulations que l'on fait subir à la pièce ont beaucoup d'influence sur la nuance, qui varie souvent avec l'ouvrier, quoique le bain et les autres conditions soient les mêmes.

C'est à un pied de cuve d'indigo foncé qu'on leur donne avant la mise en noir, que les draps de Sedan et d'Elbeuf doivent de n'avoir par cette teinte rougeâtre qui se remarque sur les draps des autres fabriques de France.

A Sedan les draps après avoir reçu un pied de cuve foncé sont foulonnés avec soin et lavés pour enlever l'alcali qui aurait pu se fixer sur l'étoffe. On plonge le drap dans une décoction faite avec 40 kilogr. de sumac et 10 kilogr. de Campêche par 100 mètres de drap. On mène le drap avec le tour pendant trois heures, la température étant à + 100°; on relève et on évente jusqu'à refroidissement. On ajoute au bain 25 kilogr. de couperose verte; on rafraîchit et l'on plonge les étoffes pendant une heure dans le bain à + 40° environ. On répète trois fois cette immersion, après quoi les draps sont lavés et dégorgés.

Les draps de Louviers sont teints dans un bain un peu différent de composition. La décoction est faite avec 15 kilogr. de sumac, 30 kilogr. de Campêche et 5 kilogr. de bois jaune. On y ajoute 12 kilogr. seulement de couperose verte, et l'on remplace les 12 autres kilogr. du bain de Sedan par 12 kilogr. de couperose bleue.

Les noirs petit teint n'ont pas de pied de bleu; on emploie dans leur teinture le bois de Campêche pour leur donner la nuance bleue, et on augmente la proportion de tannin, trop minime dans cette substance, avec la noix de galle, le sumac, le redoul, le pudis, etc. Ces noirs en général déchargent et salissent les couleurs auxquelles on les allie; mais on évite en partie cet inconvénient en remplaçant le vitriol par le bichromate de potasse.

La soie se teint en noir après avoir été engallée en la plongeant dans une cuve contenant un sel de fer et une substance gommeuse. Pour teindre la soie, on l'engalle d'abord en la mettant plongée trois à quatre heures dans une infusion d'écorce de châtaignier, où elle acquiert une couleur nankin; elle est lavée ensuite et portée dans le bain ferrugineuxchauffé à + 90°. Ce bain contient en général de

sulfate de fer, ou du pyrolignite de fer, de la limaille de fer et de la gomme ou de la dextrine, et de plus du sulfate de cuivre. La soie en sort rousse ; mais exposée à l'air, elle noircit rapidement. On répète plusieurs fois l'immersion dans le bain de fer. Quelquefois on donne aux noirs sur soie un pied de bleu prussiate.

Les noirs sur coton se distinguent en noir solide et en noir ordinaire.

Le noir solide sur coton s'obtient en mordançant la pièce au sel de fer, en lui donnant ensuite un pied de bleu et en terminant par une teinture en gaude et garance.

Dans les noirs ordinaires on ne donne pas le pied de cuve, et la teinture se fait alors en gaude et Campêche.

TEINTURE PAR IMPRESSION.

La teinture par impression a pour but d'appliquer par des moyens variés sur des tissus de lin, de coton, de laine, de soie, un nombre plus ou moins considérable de couleurs qui y forment par leur agencement des dessins plus ou moins riches.

Les tissus que l'on soumet à l'impression sont formés de coton pur, de lin, de laine, de soie et quelquefois d'un mélange de deux de ces matières fil et coton, laine et soie ; suivant ces différences, les matières premières appliquées pour la coloration varient pour obtenir la même teinte.

Avant de soumettre les étoffes à l'impression, on les soumet au blanchîment et au flambage.

Les procédés d'impression des tissus sont au nombre de quatre principaux.

1° Au moyen de procédés mécaniques, on applique sur l'étoffe les couleurs dans les endroits à colorier, après avoir eu soin de les épaissir avec un mucilage de gomme ou un empois de farine, pour qu'elles ne s'étendent pas dans les parties qu'on veut conserver blanches ; le mordant qui doit fixer la couleur est nécessairement mélangé avec elle avant l'impression.

Ce procédé est surtout en usage pour les tissus de laine et de soie, qui s'allient facilement les couleurs et les mordants.

2° Pour les indiennes, on applique seulement le mordant épaissi dans les endroits que l'on veut couvrir par le dessin, et on teint ensuite la pièce entière à la cuve. La couleur s'applique solidement dans les points où elle rencontre le mordant, qui l'unit intimement

à l'étoffe; dans toutes les parties, au contraire, qui n'ont pas été mordancées, il suffit d'un blanchîment léger pour rendre à l'étoffe sa nuance primitive.

3° On teint quelquefois la pièce tout entière; mais avant de lui donner la teinture on a soin de recouvrir les parties que l'on veut conserver blanches d'une substance épaissie qui empêche le contact et l'action de la couleur du bain dans les endroits ainsi recouverts. Après la teinture on enlève ces substances. Les parties restées blanches s'appellent *réserves* lorsque le fond est donné au bleu d'indigo, et *résistes* lorsque la couleur est toute autre.

4° On teint la pièce tout entière uniformément, et l'on applique ensuite sur les parties que l'on veut rendre blanches des substances propres à détruire la couleur, auxquelles on donne le nom de *rongeants*.

Les matières colorantes employées pour l'impression ne sont pas différentes de celles qui servent à la teinture en uni.

Couleurs. Les couleurs usitées pour l'impression peuvent se diviser en deux classes : les couleurs d'immersion, qui, comme nous l'avons déjà dit, s'appliquent sur l'étoffe tout entière ou seulement sur certaines parties mordancées, et les couleurs d'application, que au moyen de procédés mécaniques l'on fixe sur les endroits seulement que l'on veut qu'elles teignent.

Les couleurs solides par impression s'obtiennent avec la garance, l'indigo, la gaude, le quercitron, le chromate de plomb, le fer; les couleurs fausses sont fournies par la cochenille, le carthame, la graine de Perse, le bleu de Prusse, les couleurs de l'aniline, etc.

Mordants. Les substances employées comme mordants doivent remplir certaines conditions : il faut qu'elles soient très-solubles, incristallisables et que leur acide soit facilement séparable de la base et même volatilisable.

Les mordants dont on se sert le plus sont l'acétate d'alumine, l'acétate de fer, qui étant coloré fonce les nuances tandis que le précédent les conserve intactes; l'acétate de plomb, employé pour les jaunes de chrome, et le chlorure d'étain.

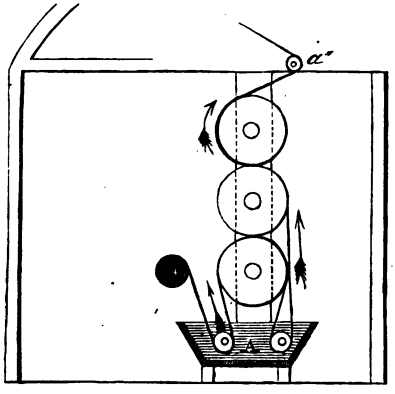
Suivant que les mordants sont plus ou moins concentrés, les nuances que l'on obtient sont plus ou moins foncées; en général pour les nuances claires on se contente d'étendre d'eau les solutions concentrées.

Le mordant d'acétate d'alumine seul ne supporte pas cette di-

lution; et il faut le préparer chaque fois avec la dose d'eau convenable pour la teinte que l'on veut obtenir.

Les mordants et les couleurs sont appliqués tantôt sur toute l'étendue de la pièce, tantôt sur quelques parties seulement.

Lorsque les mordants doivent être appliqués surtoute la pièce, ils n'ont pas besoin d'être épaissis. Dans cette opération, qui porte le nom de *placage* il est essentiel d'étendre le mordant d'une manière bien uniforme si l'on veut obtenir à la teinture des nuances bien unies. A cet effet on se sert de la machine à plaquer ou à foularder (*fig.* 667), modifiée de manière à faire passer l'étoffe deux foisdans la cuve (fig. 671).



(Fig. 671)

La pièce après être entrée dans le bain (A) en ressort pour y rentrer aussitôt, et passe ensuite entre deux cylyndres presseurs (B), qui expriment l'excès de mordant, et va s'enrouler sur une bobine. Il est essentiel que la vitesse du mouvement donné à la pièce soit assez modéré pour qu'elle s'imprègne bien du mordant dans ces deux passages. Après le placage on laisse les toiles quelques heures enroulées sur elles-mêmes, pour faciliter la combinaison des fibres avec le mordant. La toile est séchée par des moyens extrêmement variés; le but que l'on veut atteindre dans cette dessiccation est d'éviter l'accumulation du mordant dans un point du tissu. On passe ensuite à l'étuve pour favoriser le départ de l'acide acétique.

Si les mordants doivent être appliqués localement, il est essentiel de les épaissir, afin d'éviter l'étendage qui aurait lieu par l'action capillaire du tissu et qui nuirait à la netteté des dessins. La nature de l'épaississant a une grande influence sur la perfection du dessin; il est donc essentiel de bien connaître les propriétés des substances employées à cet effet. Dans l'application des mordants, pour pouvoir bien suivre les dessin son a soin de les colorer lorsqu'ils sont blancs avec une petite quantité de la couleur qu'ils devront fixer plus tard.

Epaississants. Les épaississants ont pour but de donner aux mordants et aux couleurs qu'on veut appliquer sur les étoffes la

consistance homogène, épaisse, sirupeuse nécessaire pour qu'ils ne puissent pas s'étendre en dehors du dessin.

Les principaux épaississants sont la gomme arabique, la gomme du Sénégal, la gomme adragante, la farine, l'amidon, la fécule, l'amidon torréfié, le léiocome, la dextrine, la gommeline, le salep; quelquefois on emploie aussi la gélatine et la terre de pipe.

Les qualités requises dans un épaississant sont de plusieurs sortes: il ne doit exercer aucune influence sur la réaction entre le mordant et la matière colorante, et lui-même il doit être sans action sur la composition de ces deux substances. Il doit pouvoir s'enlever facilement et de plus ne pas entraîner avec lui le mordant non combiné à l'étoffe lorsqu'on le plonge dans le bain de teinture.

Tous les épaississants ne se comportent pas de même au contact des mordants; aussi suivant la nature de ceux-ci doit-on varier l'épaississant qui servira à les fixer.

La gomme arabique n'est presque jamais employée; on la remplace par la gomme du Sénégal, qui jouit des mêmes propriétés et qui est beaucoup plus commune. On s'en sert dans l'application des nuances claires, parce qu'elle donne plus de transparence aux couleurs que les autres épaississants, qui ne s'enlèvent jamais complétement par les lavages; elle fournit une dissolution visqueuse, mais coulante, ce qui restreint beaucoup son emploi; elle sert pour l'impression des fonds à la planche horizontale et au rouleau; sa fluidité rend le raccordement des dessins plus facile. Avec les sels de plomb elle forme un précipité abondant, qui en rend l'usage impossible pour ce mordant.

La gomme adragante, à cause de sa viscosité plus grande que celle des autres, convient souvent mieux pour éviter les rapplicages.

L'amidon fournit l'épaississant le plus consistant; on l'emploie dans l'impression à la main des traits délicats et continus. Mais dans certains cas on ne peut en faire usage, car la gelée d'amidon est éclaircie, surtout lorsqu'elle est chaude, par les sels d'étain, les nitrates de fer, de cuivre, les acides sulfurique, nitrique, chlorhydrique, oxalique, tartrique. L'amidon n'épaissit pas non plus les solutions acides ou alcalines, les nitrates d'alumine, de fer, de plomb et de mercure. L'amidon cuit avec une décoction de noix de galle reste homogène à chaud, mais donne un précipité par le refroidissement. L'amidon torréfié, le léiocome, la dextrine conviennent parfaitement pour les impressions délicates au rouleau et à la planche plate; seulement leur usage est restreint à l'impression des nuances

foncées parce que par les matières charbonneuses qu'ils contiennent les nuances claires seraient altérées. Pour les couleurs d'application on se sert avec beaucoup d'avantage du salep, qui donne bien moins de dureté aux étoffes que les autres épaississants. L'usage de la terre de pipe est restreint aux enlevages et aux réserves.

Les épaississants ont une influence assez grande sur les nuances que l'on obtient avec le même mordant; il faut attribuer cette action à ce que les épaississants, ne s'employant pas tous à la même dose, diluent plus ou moins le mordant auquel on les allie, et aussi à leur transparence plus ou moins grande.

Voici les quantités d'épaississants que l'on emploie en général pour amener les mordants à consistance convenable :

Pour un litre de mordant :

Amidon cru.	150 gr. pour l'impression au rouleau. 170 gr. pour l'impression à la planche.
Léiocomme, dextrine, gommeline	de 375 gr. à 525 gr. pour l'impression au rouleau, l'hiver. de 500 gr. à 700 gr. pour l'impression à la planche, l'hiver. de 600 gr. à 750 gr. pour l'impression au rouleau, l'été. de 800 gr. à 1,000 gr. pour l'impression à la planche, l'été.
Gomme du Sénégal. .	de 280 gr. à 350 gr. pour les mordants d'alumine. de 600 gr. à 680 gr. pour les mordants de violet. de 345 gr. à 500 gr. pour l'impression peu profonde. de 450 gr. à 680 gr. pour l'impression profonde.
Gomme adragante. . . .	25 gr. à 30 gr. additionnés d'un poids double de gomme du Sénégal ou d'amidon.

Le mélange des mordants ou des couleurs d'application avec les gommes, la dextrine, le léiocomme, l'amidon grillé, la gommeline, a lieu à froid; on cuit l'amidon cru et la farine dans le mordant, jusqu'à consistance voulue de l'empois. Pour éviter que l'épaississant ne brûle en s'attachant aux parois de la chaudière, on se sert de

bassines à double fond, chauffées à la vapeur. On a soin de les grumeaux qui peuvent se trouver dans le mélange, en le à travers un tamis de crin ou une toile.

IMPRESSION.

L'application des couleurs et des mordants épaissis se fai étoffes de deux façons différentes, soit à la main, soit par l'i diaire de machines.

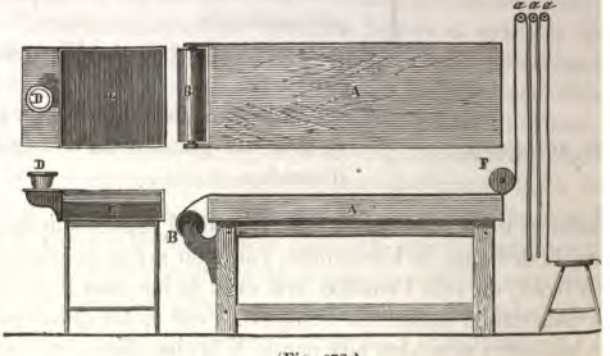
L'impression à la main se fait avec le bloc ou la planc planche plate.

Le *bloc* ou la *planche* se compose d'une pièce de bois de de sycomore, de houx ou de buis, sur laquelle est gravé en dessin que l'on veut imprimer sur l'étoffe; mais le plus celui-ci, au lieu d'être formé par du bois en saillie, est re par des pointes et des lames de cuivre implantées dans le b gagne de la finesse.

Les parties qui doivent donner des pleins couverts sur sont disposées d'une manière spéciale, pour que la coule plique bien uniformément sur toute leur étendue. On lir pleins avec des lames de cuivre implantées, et on remplit de feutre; quelquefois on remplace ce feutrage par une com d'huile de lin siccative sur laquelle on répand au moment va se solidifier de la tontisse de laine, que l'on introduit p ponnement. Aujourd'hui presque toutes les planches sont avec des clichés métalliques obtenus par le polytypage.

Quelle que soit la façon dont les dessins sont tracés sur la p l'impression a lieu de la même manière.

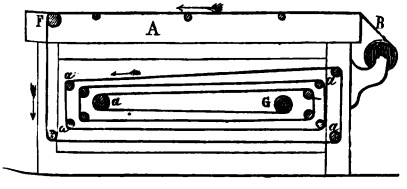
L'étoffe est enroulée sur une bobine (*fig.* 672) (B) placée à



(Fig. 672.)

mité d'une table formée par un madrier de deux mètres environ de longueur sur soixante centimètres de largeur (A) : cette table est élevée sur six pieds fixes, d'un mètre de haut et d'une grande solidité ; sa surface, extrêmement plane, est recouverte de deux tapis de drap bien tendus. Suivant les genres de dessin, les étoffes sont ou ne sont pas tendues sur la table. Auprès de la table, à droite, est placé le baquet à couleur (C), qui se compose d'une caisse en bois blanc de cinquante centimètres de côté et de quinze centimètres de pro, fondeur, remplie à moitié par la fausse couleur, formée par une dissolution de gomme très-épaisse ; on place sur cette fausse couleur une toile cirée, tendue sur un châssis, pour éviter le mélange de la fausse couleur avec la couleur qui doit être appliquée. La toile cirée est recouverte d'un drap fin rasé, tendu sur un second châssis, sur lequel un enfant met avec une longue brosse plate la couleur qu'il a prise dans la terrine (D), et qu'il étend le plus uniformément possible chaque fois que l'imprimeur prend de la couleur en appliquant sa planche sur le châssis de drap, Celui-ci porte cette planche chargée sur l'étoffe à imprimer, en ayant soin que les dessins appliqués à chaque fois s'accordent avec ceux du coup de planche précédent.

Après l'impression, pour faciliter la dessiccation des couleurs la pièce est suspendue sur une suite de rouleaux (A), et va s'enrouler ensuite sur une bobine, ou bien elle vient s'étendre verticalement au-dessus de la table par un système de cylindres combinés. Mais pour éviter les cylindres (F), sur lesquels l'étoffe est obligée de passer du côté où elle est imprimée en quittant la table, il est préférable de la faire enrouler sous celle-ci (*fig.* 673) ; par ce moyen on évite complétement les rapplications.



(Fig. 673.)

La *planche plate* est une planche en cuivre, de même largeur que l'étoffe, gravée en creux, soit au burin, soit à la pointe sèche, soit au poinçon.

On étend la couleur sur toute sa surface, et au moyen d'une râcle d'acier, ou docteur, on l'essuie, à l'exception des parties creuses. On l'imprime ensuite sur l'étoffe en passant ensemble entre la table et un cylindre, ou entre deux cylindres, le tissu et la planche.

Le *rouleau* est la plus simple de toutes les machines servant à l'impression des étoffes ; il ne peut imprimer qu'à une seule couleur.

Nous n'entrerons pas dans les détails de construction de la machine qui fait mouvoir le rouleau et qui lui permet d'imprimer d'une manière continue ; nous nous contenterons d'indiquer le principe sur lequel est établie l'impression par son moyen.

Le rouleau est un cylindre en cuivre, ayant un mètre de longueur et douze à vingt centimètres de diamètre ; la gravure du rouleau est une gravure en creux obtenue par les mêmes procédés que celle de la planche plate. Il est imprégné de la couleur au moyen d'un cylindre plongeant dans le bain qui la renferme et se mouvant tangentiellement à lui ; un docteur vient enlever, après le contact avec le cylindre à couleur, l'excès de matière couvrant les pleins du rouleau. Du côté opposé au cylindre à teinture, le rouleau vient se décharger de la couleur contenue dans les creux de sa gravure sur la pièce d'étoffe qui passe sur lui à frottement. En multipliant le nombre des rouleaux mus par une machine, il est possible d'appliquer sur l'étoffe plusieurs couleurs en un seul passage à la machine.

Perrotine. La perrotine tire son nom de son inventeur, qui la produisit pour la première fois en 1834. Cette machine remplit toutes les conditions désirables dans l'industrie, économie de temps et de main-d'œuvre, supériorité d'exécution. L'impression à plusieurs couleurs au moyen de cette machine n'a pas à redouter que la première couleur appliquée soit endommagée par celles qui le sont après elle. La partie essentielle de la perrotine se compose de trois ou quatre planches en bois gravées en relief, ou en fonte et garnies de clichés métalliques de la largeur de la pièce à imprimer et longues de cinq à vingt-cinq centimètres qui, après s'être imprégnées chacune d'une couleur différente par des procédés analogues à ceux qui sont employés dans l'impression au bloc, viennent successivement déposer la couleur couvrant les reliefs sur la pièce d'étoffe disposée sur une table.

Plombine. Enfin, en Angleterre surtout, on emploie la plombine, appelée aussi métier à surface. La plombine se compose d'un cylindre gravé en relief ou chargé du cliché, lequel vient déposer sur l'étoffe qui passe devant lui la couleur qu'il a reçue en frottant sur un drap sans fin qui passe dans une auge contenant la couleur. L'excès de la couleur retenue par le drap est enlevé au moyen d'un docteur.

Autant que possible, les machines à imprimer doivent se trouver dans des ateliers où la température et l'état hygrométrique de l'air soient en rapport avec le travail ; en effet, si l'impression se faisait

ans un atelier sec, le mordant se dessécherait trop promptement t se combinerait mal avec l'étoffe. Après l'impression les étoffes ont séchées, pour favoriser le départ de l'acide acétique et la fornation de sous-sels insolubles qui se combinent intimement avec es fibres du tissu. Il est important que cette dessiccation n'ait pas lieu trop promptement. Elle se fait en général en laissant les étoffes exposées pendant quatre ou cinq jours, dans les chambres d'aérage, à un courant d'air chauffé à + 25° ou + 30° et chargé d'humidité. Cette humidité en effet favorise par sa présence l'évaporation de l'acide acétique, en donnant à la surface des tissus plus de porosité. En augmentant la chaleur et l'humidité, on peut diminuer le temps d'exposition dans les chambres d'oxydation; mais il ne faut pas cependant les augmenter sans précautions, car on doit éviter la condensation de l'eau sur le tissu, parce que cela provoquerait le coulage du mordant et par suite la défiguration du dessin. Dans quelques fabriques le séchage, au lieu de se faire par l'exposition dans les chambres, s'obtient en faisant passer les étoffes sur des cylindres chauffés à la vapeur.

Dans le séchage, les sels de protoxyde de fer employés comme mordants absorbent l'oxygène de l'air et passent à l'état de sels de peroxyde. L'aluminate de potasse absorbe l'acide carbonique de l'air, qui se fixe sur la potasse pour former un carbonate alcalin, et l'alumine est mise en liberté. Les mordants à base d'alumine contenant de l'acétate et du sulfate de cette base perdent l'acide acétique, et se transforment en sulfate tribasique, qui se combine à l'étoffe pour les parties en contact avec elle, mais qui vient recouvrir le mordant pour les autres et leur donne un aspect terne lorsque la dessiccation a été trop prompte.

Les pièces reposées et mordancées sont soumises ensuite à une série d'opérations variant avec le genre d'impression.

BOUSAGE.

Quand les pièces n'ont été imprimées qu'en mordant avant de passer au bain de teinture, elles sont débouillies. Le débouillissage, bousage ou, dégommage a pour but de déterminer l'entière combinaison des sous-sels aluminiques et ferriques qui se forment, en s'emparant de l'acide que la dessiccation n'a point expulsé; de dissoudre et d'enlever à l'étoffe la majeure partie des substances qui ont servi à épaissir et à colorer le mordant; enfin, de séparer de l'é-

toffe les parties du mordant qui ne s'y sont pas combinées, tout en s'opposant à ce que ces parties se répandent à la surface, y adhèrent et attirent à la teinture. Les matières employées dans cette opération sont la bouse, qui lui a donné son nom, le son, et aussi les arseniates et les phosphates.

La bouse agit en précipitant par double décomposition, au moyen des phosphates et des carbonates qu'elle contient, le mordant non combiné, et son albumine forme avec les bases des combinaisons intimes qui empêchent leur action sur les tissus.

Le son, contenant de même que la bouse des phosphates, de l'albumine et du gluten, a une action analogue à la sienne.

Les phosphates doubles de soude et de chaux et les arseniates doubles de potasse et de chaux que l'on emploie dans le bousage agissent en précipitant le fer et l'alumine à l'état de phosphates et d'arseniates insolubles et indécomposables par le tissu même lorsqu'ils s'en détachent.

Dans la plupart des cas un passage à l'eau chaude suffirait pour les mordants d'alumine et de fer ; mais il est nécessaire d'ajouter de la bouse lorsque les étoffes doivent ensuite être garancées. Le bain de bouse est préparé avec 20 kilogr. de cette matière pour 10 hectolitres d'eau ; on y ajoute jusqu'à 10 kilogr. de craie, suivant la nature de la bouse et la quantité d'acide à saturer contenue dans l'étoffe.

Le bain se donne dans une grande cuve carrée garnie de cylindres en bois sur lesquels la pièce passe en suivant une suite de lignes soit verticales soit horozontales. Au sortir de la cuve les pièces sont débarrassées de l'excès de bouse en passant entre deux cylindres compresseurs. La marche de la pièce dans la cuve doit être telle que chaque partie n'y séjourne pas plus de quatre à six minutes. La température du bain de bouse varie entre + 45° et + 100° ; elle ne dépasse + 60° que pour les mordants épaissis à la farine ou à l'amidon.

La bouse nuit à l'éclat des couleurs jaunes et roses, parce qu'elle leur donne une teinte verdâtre ; aussi les mordants de ces couleurs sont-ils bousés au son ou aux sels à bouser.

Le bousage au son est peu employé depuis l'usage des sels ; ce corps est presque exclusivement réservé aujourd'hui pour l'avivage des couleurs et le blanchîment des blancs salis à la teinture.

Le bain de bousage au son se prépare avec 20 litres de son pour 10 hectolitres d'eau. Le son a été bouilli dans une partie de l'eau

avant d'être ajouté à la cuve. Le passage de l'étoffe se fait comme dans le bain de bouse; il doit durer de dix à quinze minutes.

Le bousage avec les sels à bouser a lieu dans des bains contenant de 50 à 80 grammes de sel par hectolitre pour le phosphate de soude et de chaux, ou 40 grammes de biarseniate de potasse, additionnés de la quantité de craie nécessaire pour la saturation exacte. Le temps d'immersion doit être réglé sur la nature de l'épaississant et la couleur à appliquer. Dans les bains de sels, quelques fabricants ajoutent de la gélatine ou une petite quantité de bouse pour préserver les blancs.

On emploie encore les bicarbonates de potasse et de soude, l'ammoniac gazeux pour fixer les couleurs et le sel ammoniac, qui sert à fixer les roses à l'aluminate.

Après le bousage les pièces sont dégorgées plusieurs fois à l'eau froide, en se servant des procédés que nous avons décrits en parlant du blanchîment.

Les pièces ainsi préparées sont teintes par les moyens déjà décrits; si elles doivent passer à l'indigo, on tend l'étoffe sur des champagnes que l'on plonge dans la cuve; pour toutes les autres couleurs, on emploie la chaudière surmontée d'un tourniquet.

Les matières colorantes solubles sont employées en solution; le bain de garance, au contraire, contient la matière en nature, à cause de la difficulté avec laquelle cette substance abandonne sa matière colorante.

La température doit varier avec la matière colorante; la teinture en gaude, en cochenille, en sumac se fait à + 100°, celle au quercitron et au chromate de potasse à + 25°, celle en indigo et en carthame à + 15°. La teinture en garance doit être faite à des températures variant avec les nuances que l'on veut obtenir.

Nous ne reviendrons pas sur le garançage, que nous avons décrit dans la première partie de cet article comme opération de la teinture en uni.

Après que l'on a saturé les mordants de matière colorante, les pièces sont avivées; on enlève les parties colorantes non fixées, on blanchit les fonds, on donne de l'éclat aux nuances. Lorsque les nuances sont arrivées par la teinture au point voulu, il suffit quelquefois d'un simple trempage à l'eau pour enlever l'excès de couleur et blanchir les fonds.

Mais les rouges turcs, les roses et les violets de garance exigent de plus une série d'opérations successives pour donner la nuance voulue.

Autrefois les toiles garancées étaient soumises après le dégorgeage à l'action combinée de l'air et de l'humidité, par une exposition plus ou moins prolongée sur le pré. Lorsque les tissus commençaient à blanchir et les couleurs à diminuer d'intensité, on les avivait par une ébullition dans un bain de son ou de bouse, qui avait pourbut de diminuer le temps d'exposition sur le pré.

Aujourd'hui les toiles rouge turc sont avivées par une suite de bains savonneux et d'expositions à l'air. Le premier bain de savon est à + 20; lorsqu'on y introduit la pièce, on y élève la température suivant le genre que l'on veut obtenir, car plus elle est élevée, plus la fixation est énergique.

Dans ce bain, les blancs se déchargent, les parties mordancées perdent la couleur en excès sur le mordant; le savon se décompose; une partie du corps gras se fixe sur l'étoffe. Pour augmenter cette assimilation des corps gras, nécessaire à la fixation, on soumet après le bain les étoffes à l'action de l'air, des acides ou du chlore, suivant les nuances. Les tissus sont ensuite passés dans un nouveau bain de savon, que l'on fait suivre d'une nouvelle exposition à l'air ou aux acides; et suivant le genre de fabrication l'on renouvelle ces passages un plus ou un moins grand nombre de fois.

Toutes les couleurs ne peuvent pas supporter l'action du savon : telles sont celles qui sont obtenues avec la gaude, le quercitron, la cochenille, etc.; on remplace alors cet avivage par des passages aux bains de son, qui sont chauffés à une température variant avec les genres que l'on produit. Les pièces avivées sont apprêtées. L'apprêt a pour but de leur donner plus de consistance; ce qu'on obtient en les imprégnant d'une dissolution d'amidon, après quoi on les passe au cylindre et on les soumet à la presse.

Les rouges turcs ne subissent aucune de ces opérations, qui nuiraient à leur éclat.

Les fonds blancs sont apprêtés avec un empois contenant toujours une petite quantité de bleu.

FABRICATION.

Les divers procédés de fabrication des tissus imprimés peuvent se rapporter à quatre genres principaux :

1° Couleurs fixées par la voie humide;

2° Couleurs fixées par la voie sèche ou à la vapeur;

3° Couleurs d'application, rendues ou non adhérentes au tissu par des corps glutineux, gras ou résineux;

4° Couleurs de conversion.

COULEURS FIXÉES PAR LA VOIE HUMIDE.

Les couleurs fixées par la voie humide rentrent dans les couleurs obtenues dans la teinture en uni, sauf que pour obtenir les dessins on joint à ces procédés l'emploi de plusieurs mordants sur la même pièce, celui des réserves et celui des rongeants.

Mordants. Par l'immersion dans un seul bain de teinture on peut obtenir des toiles de diverses couleurs; car tous les mordants ne donnent pas la même nuance dans le même bain de teinture. Les effets varient non-seulement selon leur nature, mais encore selon leur degré de dilution.

Ainsi la garance donne le rouge et ses dégradations, petit rouge et rose, avec les mordants d'alumine; le noir et ses dégradations, violet et lilas, avec le pyrolignite ou l'acétate de fer; le puce avec le mélange de ces deux mordants, le ventre de biche avec l'oxyde chromique.

Les couleurs de gaude, de graines, de quercitron ont toutes des nuances analogues sous l'influence des mêmes mordants; avec l'alumine elles donnent un jaune-serin pur; avec les mordants de fer, des gris, des verts olivâtres, des noirs; avec l'oxyde chromique, des jaunes olivâtres; avec un mélange des mordants d'alumine et de fer, des nuances olive et réséda, et des nuances orangées par l'oxyde d'étain.

Lorsque l'on veut donner plusieurs nuances à une étoffe par un seul bain de teinture et au moyen de plusieurs mordants, on imprime successivement autant de mordants que l'on veut de couleurs différentes avec de petites planches que l'on appelle rentrures. Les rentrures impriment le mordant sur les réserves de la première planche, dite planche d'impression.

On peut aussi superposer les nuances sur une étoffe et obtenir ainsi des couleurs variées, en appliquant après une première mise en couleur un nouveau dessin mordancé et en teignant ensuite l'étoffe par une seconde immersion dans le bain de couleur. Quelques exemples feront bien comprendre la marche que l'on suit dans ces deux manières d'obtenir les couleurs mordancées.

Les mouchoirs fond rouge et noir sont imprimés au moyen de

plusieurs mordants passés une seule fois à la cuve de garance.

On imprime le mordant noir à la planche : il est formé de pyrolignite de fer et d'acétate de cuivre ; on expose la toile trois jours à l'étendage pour favoriser sa combinaison avec la fibre ; on rentre alors le mordant rouge, et l'on expose de nouveau huit jours à une humidité convenable ; après quoi, on bouse en deux fois et l'on rince. On teint en deux fois au bain de garance, on dégorge, on passe au son et l'on expose au pré. Par le second procédé, après avoir imprimé et teint un dessin en couleur foncée, noir par exemple sur fond blanc, on obtiendra un fond clair en plaquant l'étoffe et la teignant en couleur claire, en rose de carthame par exemple, la première couleur teinte n'étant pas altérée par l'immersion dans le second bain de teinture.

Réserves. L'impression en réserves est surtout appliquée pour obtenir des dessins de couleurs différentes, sur des fonds teints à la cuve en bleu d'indigo. Lorsque les réserves se trouvent sur d'autres genres de teinture, elles portent le nom de *résistes.*

Les réserves et les résistes s'impriment à la planche ou au rouleau, comme les mordants après avoir été épaissis.

Les réserves peuvent agir mécaniquement, chimiquement et physiquement.

Les qualités essentielles des unes et des autres sont de s'opposer sur les points où elles sont appliquées à la fixation des couleurs, sans altérer le tissu, sans influencer la matière colorante, et de pouvoir s'enlever facilement en laissant les parties blanches dans l'état où elles étaient avant leur application.

Les réserves mécaniques sont celles qui, faisant corps avec l'étoffe, ne peuvent être traversées par la matière colorante à la température ordinaire : à cette classe appartiennent les résines, les cires, les corps gras, etc.

Les réserves chimiques appliquées sur l'étoffe précipitent la matière colorante, la rendent insoluble et l'empêchent par là de se combiner au tissu.

Les réserves physiques sont celles qui appliquées sur une étoffe absorbent la matière colorante avec plus de force qu'elle, et qui par conséquent la garantissent du contact de la couleur.

Les réserves employées dans la teinture en indigo appartiennent en général à la classe des acides : en s'emparant de la base qui dissout l'indigo, elles le rendent insoluble au moment où il les touche. Les plus employées sont les phosphates acides, les biarseniates,

les bisulfates; les acides phosphorique, arsenique, nitrique; l'alun, le sulfate de zinc, d'alumine. D'autres fournissent en plus de l'oxygène à l'indigo au moment du contact, et en l'oxydant détruisent sa propriété d'adhérer aux tissus : ce sont particulièrement les sels de cuivre et de mercure. Enfin, d'autres n'agissent que mécaniquement, comme les corps résineux et les corps gras, ou physiquement, comme la terre de pipe et le sulfate de plomb, qu'on mélange souvent aux sels pour pouvoir les enlever plus facilement.

Les pièces destinées à l'impression blanc-réserve sur fond bleu doivent être imprimées avec beaucoup de soin et maniées avec précaution, pour éviter les rapplicages; une fois sèches, avant de les passer à la cuve on les plonge, disposées sur les champagnes, dans un lait de chaux, qui a pour but d'enlever la réserve en excès, de détruire celle qui aurait pu se porter sur les places à teindre et d'humecter les toiles. On teint à la cuve comme à l'ordinaire, et on lave ensuite suivant la teinte que l'on veut obtenir, à l'eau pour les nuances foncées, à l'eau acidulée à l'acide sulfurique pour les autres, cet acide enlevant l'oxyde de cuivre qui a pu rester sur les blancs.

Dans le premier genre de mordant, nous avons parlé du procédé propre à obtenir des réserves blanches sur un fond garancé en ne mordançant pas certaines parties; mais le plus souvent, au lieu d'obtenir ainsi ces réserves blanches, on y arrive par l'application de réserves avant le mordançage. On imprime sur la toile une réserve en général formée par un acide ou un sel acide végétal, qui se combine d'une manière tellement intime avec les oxydes du mordant que ces oxydes ne peuvent se fixer sur l'étoffe dans les parties réservées, et que par suite ces parties réservées ne peuvent prendre la teinture.

Le genre lapis est un dérivé du genre réserve; au lieu d'employer comme réserve une substance inerte, on emploie pour ce genre un mordant; on teint en bleu de cuve, puis on teint les mordants-réserves dans les nuances qu'ils doivent avoir.

Par ce procédé on évite, après la teinture en bleu, une nouvelle impression de mordants dans les places réservées.

On obtient avec le genre lapis l'exécution de tous les dessins possibles et dans toutes les nuances qu'on veut.

Rongeants. Les rongeants, ou enlevages, ont pour but de produire des blancs sur un tissu déjà mordancé ou teint, en enlevant le mordant ou la couleur appliquée.

Les rongeants doivent agir dans quatre cas différents bien définis; ils doivent former des enlevages :

1° sur un mordant ou sur des oxydes métalliques;

2° sur une matière colorante organique fixée sur le tissu sans mordant;

3° Sur une matière colorante fixée par l'intermédiaire d'un mordant;

4° Sur des matières colorantes inorganiques.

Les rongeants doivent donc varier dans leur nature suivant les cas où on les emploie.

Lorsque l'on veut former des enlevages sur des mordants ou sur des oxydes métalliques, on doit nécessairement avoir recours à des substances qui en se combinant avec eux soient capables de détruire leur action fixatrice sur les matières colorantes.

Les acides fixes semblent devoir remplir ces conditions, et particulièrement les acides végétaux, qui à l'état libre sont beaucoup moins sujets à attaquer le tissu. C'est donc les acides oxalique, citrique et tartrique que l'on choisit, d'autant plus que ces acides enlèvent complétement les mordants à l'étoffe et forment avec eux une combinaison d'une extrême stabilité, surtout les acides tartrique et citrique.

Lorsque ceux-ci ne suffisent pas, on combine leur action avec celle des acides minéraux, mais toujours en petite quantité, pour éviter autant que possible l'altération que ceux-ci produisent sur les tissus.

Lorsque l'on veut enlever les matières colorantes fixées sur un tissu sans intermédiaire de mordants, on a recours à un agent destructeur de la matière colorante, agissant sur elle comme agent oxydant. Les substances de cette nature les plus employées sont l'acide chromique et l'hypochlorite de chaux.

Mais si l'on a à enlever des couleurs fixées avec l'intermédiaire de mordants, on rentre nécessairement dans les deux classes précédentes de composés; enfin, ceux que l'on emploie pour l'enlevage des matières colorantes minérales varient avec celles-ci, et les réactions que nous avons étudiées en chimie minérale indiqueront, pour chaque cas qui se présentera, ceux qui doivent être employés comme rongeants.

L'enlevage sur mordants se fait en épaississant les acides employés, soit le jus de citron, soit un mélange d'acide citrique et de bisulfate de potasse, soit de l'acide tartrique ou oxalique, et les

imprimant sur les fonds mordancés, en ayant soin d'éviter l'écartement du rongeant, tout en épaississant le moins possible. On laisse reposer la toile mordancée imprimée avec le rongeant, pour donner à ceux-ci le temps d'agir, et l'on bouse quand on juge l'action terminée, puis on teint.

L'enlevage sur fonds teints se fait, comme nous l'avons dit, par deux procédés : dans l'un on emploie l'acide chromique, dans l'autre le chlore; le premier moyen est usité dans le cas où les couleurs ne résisteraient pas au chlore.

Nous allons étudier le mode d'application de l'acide chromique dans les deux cas où le tissu teint est ou n'est pas mordancé.

Le premier se retrouve dans la fabrication des blancs-enlevages sur le bleu de cuve.

L'acide chromique est appliqué sous forme de chromate. Les étoffes sont teintes en fond uni à la nuance voulue ; elles sont ensuite desséchées et foulardées dans une dissolution de bichromate de potasse. On imprime, après avoir séché les pièces, un acide épaissi dans les parties que l'on veut décolorer; celui-ci chasse l'acide chromique de sa combinaison, et le rend apte à détruire la couleur en présence.

Dès qu'on juge l'action terminée, on passe à la cuve à roulettes, à l'ébullition contenant de la craie en excès ; on lave ensuite à grande eau. Toutes ces opérations doivent se faire à l'abri de la lumière, car sous son action le bichromate détériorerait la nuance bleue.

Dans les enlevages sur les étoffes teintes non mordancées, on emploie aussi le chlore et ses composés ; mais comme l'on suit dans leur usage une marche identique à celle employée pour les tissus teints mordancés, nous décrirons les procédés seulement lorsque nous parlerons de l'enlevage sur ce genre d'impression. Les enlevages au chromate sur tissu garancé ont pour but non-seulement de détruire la matière colorante, mais encore d'anéantir l'action du mordant; aussi, après avoir plaqué l'étoffe au chromate, comme dans l'enlevage sur indigo, fait-on intervenir des acides très-énergiques, qui en même temps qu'ils rendent l'acide chromique libre anéantissent le mordant en le dissolvant. On emploie en général dans ce cas les acides tartrique et citrique. Le mode de procéder est d'ailleurs identique avec le précédent.

L'enlevage au chlore ne peut avoir lieu que sur des étoffes à couleurs solides, telles que le rouge turc.

L'enlevage à la presse se fait en soumettant à la presse les pièces pliées entre deux plaques de tôle découpées dans les parties où l'on veut produire les enlevages. La plaque supérieure porte un rebord; on y verse une solution d'hypochlorite de chaux contenant de l'acide sulfurique, qui pénètre par les trous dans les parties de l'étoffe non pressées, et agit seulement sur celles-ci en reproduisant les dessins de la plaque. On lave ensuite avant de dépresser pour empêcher l'action de la capillarité et obtenir des dessins nets.

Mais le plus souvent les enlevages par le chlore sont faits au moyen de la cuve décolorante. Dans ce procédé, on imprime avec un acide épaissi les parties que l'on veut conserver blanches, et l'on passe ensuite les étoffes ainsi imprimées dans un bain d'hypochlorite de chaux contenant un grand excès de chaux : c'est la cuve décolorante.

L'acide fixé sur l'étoffe décompose le chlorure qu'il trouve en présence, et le chlore libre attaque la couleur dans la partie seulement où l'hypochlorite a rencontré l'acide. On lave ensuite à grande eau, pour éviter l'étendage du chlore sur le fond coloré.

COULEURS FIXÉES PAR LA VAPEUR.

Les couleurs fixées par la vapeur sont vives et belles, mais elles n'ont pas la solidité des nuances grand teint.

Dans la teinture par voie sèche, on a pour but de former une laque colorée, de la tenir en dissolution au moyen d'un acide, de l'imprimer alors après l'avoir épaissie, et en dernier lieu d'exposer l'étoffe imprimée à la vapeur, qui favorise par sa haute température le départ de l'acide qui servait de dissolvant et le fixage de la laque sur le tissu.

Le vaporisage donne aux couleurs ainsi appliquées sur les étoffes assez de solidité pour qu'elles puissent résister au lavage.

Les étoffes qui doivent être teintes à la vapeur ont souvent besoin d'être mordancées pour augmenter leur affinité avec la couleur.

Les couleurs que l'on emploie dans ce genre d'impression sont les couleurs minérales obtenues par double décomposition, celles qui dérivent du bleu de Prusse, de la garance, de la cochenille, du Campêche, du quercitron, etc., etc.; en ajoutant ou non avec elles

le corps qui doit servir de mordant, formant la laque sur place et la tenant en dissolution.

L'action des mordants les plus employés est facile à expliquer : sous l'influence de l'eau et de la chaleur le chlorure d'étain dégage son acide, tandis que son oxyde forme avec l'étoffe une combinaison très-stable; le chlorure d'aluminium a une action analogue.

L'acide oxalique, très-employé dans les noirs d'application, dissout les oxydes et continue cette action pendant l'impression, mais il la perd sous l'influence de la vapeur; il en est de même de l'acide acétique, qui abandonne les oxydes auxquels il est combiné, pour se volatiliser. Les couleurs-vapeur doivent contenir un sel hygroscopique afin de maintenir l'épaississant dans un état d'humidité favorable surtout à l'obtention de nuances bien égales sur l'étoffe.

Sur les étoffes on doit éviter l'emploi de sels ou acides plus ou moins destructeurs, qui sous l'influence de la température élevée à laquelle on les soumet pourraient les altérer. Les épaississants doivent s'enlever facilement, pour ne pas nécessiter des lavages réitérés qui altéreraient aussi les nuances.

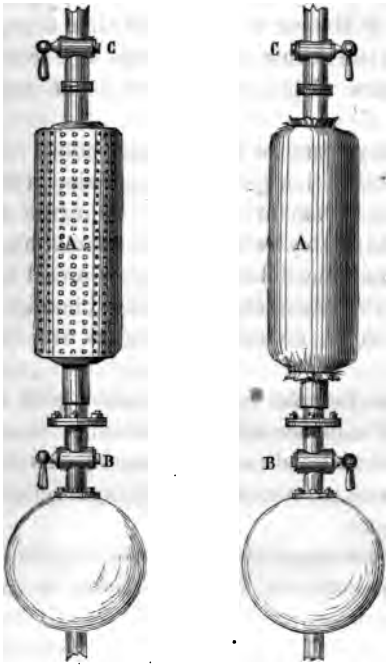
Les matières colorantes doivent être préparées depuis longtemps, car alors l'oxydation étant déjà commencée, le vaporisage la termine plus rapidement. Le vaporisage a pour but de fournir aux couleurs, sans nuire à l'impression, la quantité d'eau essentielle pour que la réaction chimique puisse s'accomplir et la chaleur nécessaire pour la favoriser. L'exposition des étoffes à la vapeur se fait au moyen de divers appareils.

Le plus anciennement employé est le tonneau ou la cuve; il se compose d'un tonneau, dans la partie inférieure duquel vient déboucher le tuyau d'un générateur de vapeur. Au-dessus est disposé un diaphragme en grosse toile pour éviter l'éjection de l'eau sur les étoffes soumises à la vapeur. La partie supérieure est garnie de supports propres à soutenir l'étoffe. En général elle est enroulée avec ou sans doublier, suivant que l'on a ou que l'on n'a pas à craindre les rapplicages. On recouvre d'un drap. Le même générateur peut fournir la vapeur à un nombre plus ou moins grand de cuves.

Le même système a été ensuite appliqué à de grandes chambres où on exposait les étoffes.

Aujourd'hui tous les appareils construits sont basés sur le principe du vaporisage à la colonne, que nous allons décrire. La vapeur engen-

drée dans un générateur pénètre dans un cylindre en cuivre percé de trous (*fig.* 674 A); ce cylindre est recouvert d'un doublier puis entouré par l'étoffe à vaporiser. Enfin on recouvre d'un second doublier et on lie aux deux extrémités (A'), on ouvre les robinets supérieur et inférieur B, C); lorsque l'air est chassé par la vapeur on ferme le robinet supérieur (C), et celle-ci passe alors à travers les trous du cylindre. Pour la commodité de l'enroulement de l'étoffe, le cylindre s'enlève à volonté, n'étant fixé que par un tube à frottement. Plusieurs de ces appareils peuvent être réunis dans une chambre et alimentés par le même générateur.



(Fig. 674.)

Les couleurs-vapeur s'appliquent sur quatre genres de tissus différents. Les tissus de coton, de laine, de laine et coton, et de soie.

Les procédés varient avec la nature des étoffes.

Les étoffes de coton ont en général besoin d'être mordancées avant l'impression; on emploie les mordants d'alumine et d'étain, laissant de côté ceux de fer, à cause de la couleur qu'ils donnent aux fonds qui doivent rester blancs, et qu'il est impossible d'enlever sans détruire en même temps la couleur imprimée à côté.

Dans le vaporisage, on doit éviter les dégagements d'acide, qui attaqueraient le tissu; aussi doit-on veiller attentivement à la composition des couleurs.

Les couleurs doivent autant que possible être oxydées sur l'étoffe; elles acquièrent ainsi plus de vivacité et de solidité. L'emploi de laques dissoutes dans l'acide acétique est très-avantageux.

Les étoffes de laine n'ont pas en général besoin d'être mordancées, mais leur affinité pour la couleur rend leur blanchîment fort

difficile, à cause des taches que fait naître la présence du cuivre sous l'influence de la vapeur d'eau chauffée. Les couleurs sont fixées au moyen de l'alumine. L'innocuité des acides sur la laine en en permettant l'usage dans la dissolution des laques donne des nuances plus brillantes et plus solides. Le vaporisage de la laine se fait en général en deux fois; la première exposition dure trente minutes, la seconde vingt environ.

Les impressions sur tissus laine et coton sont les plus difficiles à effectuer; car telle couleur qui est applicable sur la laine brûle sur le coton, et telle autre qui est facile à allier à la laine ne peut que très-difficilement se combiner avec le coton.

En général on mordance le tissu avant de l'imprimer; de même que pour les tissus de laine pure, l'impression doit être profonde et le fixage demande un temps moyen entre les temps qui sont nécessaires pour les étoffes de chacune de ces matières.

L'impression-vapeur sur soie a beaucoup de ressemblance dans sa fabrication avec celle sur laine; on ne soumet l'étoffe à une préparation que pour le bleu de France et pour le vert; on mordance alors à l'alumine. Autant que possible, les couleurs doivent se rapprocher de la neutralité et être plus épaisses que pour l'impression sur laine. Le vaporisage se fait beaucoup plus promptement que pour celle-ci; suivant les uns il doit se faire à basse pression, suivant d'autres à haute pression.

COULEURS D'APPLICATION.

Les couleurs d'application sont des couleurs simplement déposées sur les tissus. Elles sont de deux genres, les unes perméables à l'eau, les autres résistantes à cet agent.

Les couleurs employées sont tantôt des laques colorées qu'on forme dans l'épaississant et qu'on laisse s'oxyder par l'exposition à l'air, tantôt des sels insolubles formés ou incorporés dans l'épaississant.

Les épaississants employés dans la première série de ces couleurs sont l'amidon pour les nuances foncées et la gomme adragante pour les nuances claires.

Les laques colorées sont le résultat du mélange des sels d'alumine, de fer, d'étain dans les décoctions concentrées de couleurs végétales.

Les rouges et leurs nuances s'obtiennent avec des laques de Fer-

nambouc, de garance; les jaunes avec celles de graines; les bleus avec l'indigo et le bleu de Prusse, etc.

Les couleurs épaissies et additionnées d'un sel hygrométrique sont imprimées; on expose le tissu dans un air chaud et humide, qui favorise l'oxydation de la couleur. Une fois la teinte obtenue, on lave légèrement, et l'on sèche.

Les couleurs d'application imperméables à l'eau ont la plus grande analogie avec les couleurs à l'huile. On les applique sur l'étoffe à l'état pulvérulent, délayées dans un liquide visqueux capable de les faire adhérer.

Les qualités nécessaires à ce genre de couleurs sont de bien couvrir, de bien faire corps avec le vernis, de ne s'altérer ni en sa présence ni à l'air. Les liquides employés sont l'huile siccative, le caoutchouc dissous et le plus souvent l'albumine rendue insoluble par la chaleur; quelquefois on remplace l'albumine par un mélange de colle de poisson et de gomme adragante.

Pour fixer les couleurs d'application à l'albumine, on délaye en consistance de pâte fluide la poudre colorée dans une dissolution d'albumine additionnée de gomme; on imprime cette pâte, et l'on vaporise à sec à haute pression.

L'albumine se coagule dans les pores de l'étoffe, et forme ainsi autour de ses fibres un réseau dans lequel elle tient la matière colorante fixée.

L'application des couleurs à l'albumine est usitée pour les composés d'aniline sur coton.

On applique le violet au moyen d'un mélange de 25 grammes d'indisine que l'on fait bouillir un quart d'heure dans un quart de litre d'eau tenant 60 grammes de glycérine en dissolution; on retire du feu, on ajoute 85 grammes de gomme; et lorsque la solution est froide, on y incorpore un quart de litre d'eau albuminée préparée avec 650 grammes d'albumine sèche par litre.

L'étoffe imprimée avec ce mélange est vaporisée et passée à l'eau.

Les rouges ne peuvent être appliqués qu'autant que l'étoffe ne contient pas de mordants, ou bien alors on doit les neutraliser avec le tannin. S'ils contenaient du fer la nuance serait altérée par le tannate formé: il faut donc nécessairement qu'ils soient d'une grande pureté. Ces conditions rendent très-restreinte la fixation du rouge d'aniline à l'albumine.

On prépare la couleur à imprimer en faisant bouillir pendant un quart d'heure 100 grammes de fuchsine dans un mélange d'un

demi-litre d'eau et d'un demi-litre de glycérine; on filtre la solution, on y ajoute 450 grammes de gomme, et l'on mêle dans 3 litres d'eau albuminée préparée avec 500 grammes d'albumine sèche par litre. On vaporise et on lave.

Sur soie et laine les couleurs s'appliquent dissoutes dans l'acide acétique, épaissies à la gomme et vaporisées.

COULEURS DE CONVERSION.

Par couleurs de conversion on entend les nuances qui après leur application sur les tissus sont transformées en d'autres nuances plus foncées, soit par des moyens mécaniques, soit par des moyens chimiques. De là deux genres de conversions, la conversion mécanique et la conversion chimique.

La conversion mécanique peut se faire avant ou après la fixation des couleurs. Dans le premier cas elle consiste à enfoncer plus ou moins, au moyen d'une planche d'un certain relief, la couleur dans les parties que l'on veut avoir plus claires, après avoir imprimé avec la couleur la plus foncée que l'on veut obtenir toute la partie de l'étoffe qui doit avoir la même couleur. A cet effet on soumet l'étoffe à la presse avec la planche. La couleur s'enfonce, se porte même sur l'envers, et ne paraît plus ou ne paraît presque pas à l'endroit. Les conversions après la teinture se réduisent à des pressions appliquées dans les endroits où l'on veut obtenir des nuances plus faibles.

Les conversions chimiques ont lieu soit sur étoffes simplement mordancées, soit sur tissus teints; ces dernières conversions peuvent seules être rangées dans les vraies. Les couleurs-conversion s'obtiennent sur toutes les étoffes teintes par application; en général, on les obtient au moyen du bichromate de potasse, dont l'acide oxyde la matière colorante et fonce sa nuance. Mais on les obtient aussi en soumettant avant le vaporisage les étoffes teintes avec des mordants d'alumine à l'action d'un corps saturant, qui augmente la quantité d'alumine mise en liberté et par suite augmente aussi l'intensité de la laque déposée pendant le vaporisage.

Tels sont les différents procédés employés par l'imprimeur sur tissu, et c'est par leur combinaison raisonnée qu'il fournit au commerce ces belles étoffes aux dessins si variés qui servent principalement à l'ameublement.

DES TERRES ARABLES.

Sous le nom de terre on désigne en général toute la partie superficielle du sol, formée par la désagrégation des roches réduites à un état de division plus ou moins grand. Les terres ainsi considérées comprennent quelquefois une couche extrêmement profonde et composée de lits de natures différentes.

En agriculture, on entend sous le nom de terre arable la partie superficielle du sol jusqu'à la profondeur où sa composition minérale change.

Les couches immédiatement inférieures portent le nom de sous-sol.

La terre arable n'a cependant pas identiquement la même composition dans toute son épaisseur ; on doit y distinguer deux parties :

1° Le sol actif, contenant dans les terrains non cultivés, outre les éléments minéraux, les matières organiques des plantes qui y ont crû et y ont péri, et dans les terrains en culture les amendements et les engrais qui y ont été amenés.

2° Le sol inerte, immédiatement inférieur, qui, n'ayant jamais été soumis aux opérations agricoles, a toujours été préservé des influences extérieures et a conservé sa composition primitive.

Le sous-sol comprend les couches de terrain de diverses natures qui se trouvent au-dessus de la couche imperméable; celle-ci peut se trouver immédiatement inférieure au sol arable et alors annihiler le sous-sol. Les terrains tantôt ont été formés par la décomposition sur place des roches immédiatement inférieures, tantôt ont été amenés aux lieux qu'ils occupent par les eaux. Une grande partie des terrains d'origine neptunienne ont pris naissance dans le grand cataclysme qui a transformé une dernière fois la surface de la terre; ils ont été désignés sous le nom de terrains diluviens. Quelques autres se sont formés depuis d'une manière presque continue, sous cette influence des eaux devenue locale, et ils constituent les terrains d'alluvion, d'atterrissement, paludéens, les dunes.

Cette classe des terrains de transport doit nécessairement former en grande partie la classe des terrains fertiles, car ils se composent des éléments les plus variés, les plus meubles, et en même temps ils contiennent les parties solubles que les eaux ont enlevées aux autres terrains.

Les causes qui ont amené cette destruction des roches rendent raison en partie de cette fertilité des terrains diluviens.

Les effets mécaniques n'ont pas contribué seuls à cette destruction; les agents chimiques y ont joué un rôle important, surtout pour quelques-unes.

Les eaux ont rencontré des éléments devenus solubles sous l'influence des gaz de l'atmosphère; elles les ont entraînés, ont laissé sur place les parties insolubles moins favorables à la végétation et ont porté les autres, plus assimilables par les végétaux, dans les terrains de transport.

Les terres arables ont emprunté aux roches seules leurs éléments minéraux.

Le quartz, le pétrosilex, le porphyre par leur décomposition mécanique leur ont fourni les éléments insolubles.

Les granits se sont dissociés sous l'influence de l'oxygène de l'air; en même temps le feldspath a donné sa potasse et sa silice aux eaux chargées d'acide carbonique, et le mica, délité par l'oxydation du fer qu'il contenait, a rendu ses alcalis accessibles aux agents atmosphériques.

Les schistes argileux par leur facile divisibilité ont fourni en grande partie les éléments argileux du sol.

Les terrains ont emprunté aux roches calcaires, attaquées par l'eau chargée d'acide carbonique, non-seulement les matières calcaires qu'ils contiennent, mais encore souvent des nitrates; enfin, les eaux leur ont apporté encore le sulfate de chaux qu'elles avaient dissous dans leur contact avec le gypse.

Toutes ces substances, comme nous l'avons dit, sont restées dans le même état dans la couche inerte de la terre arable.

Mais la partie supérieure, le sol actif, plus exposé aux influences atmosphériques, a varié dans sa composition; l'action destructrice s'est continuée, les éléments ont été de plus en plus dissociés, et ils ont été augmentés par ceux qu'y ont amenés les eaux terrestres et pluviales, la végétation et les causes accidentelles.

COMPOSITION DES TERRES ARABLES.

Les terres arables sont formées par une réunion de matières minérales et de matières organiques.

Les matières minérales provenant de la désagrégation des roches contiennent tous les éléments de celles-ci: leur mélange peut donc être extrêmement complexe; mais en général quelques-unes seulement dominent, et la petite quantité des autres, jointe à leur in-

fluence nulle sur les végétaux, ne les fait pas considérer comme partie intégrante de la terre arable.

Les éléments essentiels constitutifs du sol actif sont ceux qui fournissent à la nutrition de la plante. Ils nous sont par conséquent indiqués par la composition des parties minérales de celle-ci.

Les cendres des végétaux sont formées par un mélange de silice, de soufre, de phosphore, de chlore unis à la potasse, à la soude, à la chaux, à la magnésie, à l'alumine, à l'oxyde de fer et à l'oxyde de manganèse.

Les plantes ne pouvant fructifier sans ces différents composés, ces composés doivent nécessairement se trouver dans les terres fertiles. Nous allons examiner l'état sous lequel ils s'y rencontrent et quelle est l'influence particulière de chacun d'eux sur la végétation. Avant d'entrer dans cette étude, nous devons faire remarquer qu'ils ne composent pas seuls les éléments d'une terre fertile, qu'il faut y joindre nécessairement les matières organiques, l'eau et l'air. Malgré que ces corps ne soient pas une partie intégrante du sol, leur présence est tellement liée aux phénomènes de la végétation qu'on est forcé de les considérer l'un et l'autre comme éléments constitutifs du sol actif. Les matières minérales essentielles de la terre arable fertile nous sont indiquées par les résultats de l'analyse complète à laquelle Sprengel a soumis le sol d'un terrain d'atterrissement situé dans la Frise, et qui depuis soixante ans fournissait des céréales et des légumineuses sans le secours d'amendements ni d'engrais.

a. Matières salines solubles	18
b. Matières terreuses fines, argile, matières organiques insolubles	937
c. Sable siliceux	45
	1000

Analyse des matières terreuses fines, etc.	(b)
Silice (dans le sable et l'argile)	648,0
Alumine (dans l'argile)	57,0
Chaux	59,0
Magnésie	8,5
Oxyde de fer	61,0
Oxyde de manganèse	1,0
Potasse	2,0
A reporter	836,5

Report.	836,5
Soude	4,0
Acide phosphorique.	4,5
Acide sulfurique	2,0
Chlore (principalement à l'état de chlorure de sodium).	2
Acide carbonique (combiné avec la chaux et la magnésie)	46
Matières organiques.	97
Perte	8
SOMME ÉGALE. . . .	1000,0

Comme on le voit, cette composition ne diffère pas de celle des cendres des végétaux, et les substances que le sol nous offre à examiner sont les mêmes que celles que l'on rencontre dans les plantes.

Silice. La silice se trouve dans le sol à trois états différents :

1° A l'état pur, formant des grains de grosseur très-variable, généralement blancs, durs, complétement insolubles dans l'eau ;

2° A l'état de silicate, combinée aux bases formant avec elle des sels ayant des caractères analogues à ceux de la silice pure, mais en général colorés, qui sont difficilement attaquables pas les agents chimiques, et qui sont cependant la source où les plantes vont chercher cet acide : au moment de leur décomposition sous l'influence atmosphérique, la silice à l'état naissant peut entrer en dissolution dans l'eau à la faveur de l'acide carbonique que contient celle-ci ;

3° A l'état pulvérulent, résultat de cette décomposition des silicates et aussi provenant des matières organiques décomposées.

D'après MM. Verdeil et Risler, toutes les terres arables contiennent de la silice soluble dans l'eau; la quantité varie entre le vingtième et le quart des substances solubles dans l'eau contenues dans la terre.

Cette silice a pour origine la décomposition lente des silicates du terrain et surtout celle des engrais végétaux qu'on y ajoute, lesquels en contiennent quelquefois une quantité assez grande, et qui dans les fumiers de ferme préparés avec la paille de céréales va jusqu'à 3 pour 100.

La silice n'agit pas seulement par sa solubilité; d'après la grosseur de ses grains, elle influe sur la ténacité des terres, qu'elle diminue, en même temps qu'elle facilite l'écoulement des eaux et malheureusement avec celles-ci celles des substances nutritives qui y sont contenues.

Argile. C'est à l'argile que la terre doit en partie sa propriété si remarquable d'absorber les divers composés solubles qui se trouvent dans les eaux ; ou, tout au moins, ce sont les terres argileuses qui possèdent au plus haut point ces propriétés. Non-seulement l'argile absorbe les composés qui lui sont offerts par les liquides avec lesquels elle est en contact, mais elle s'empare des divers gaz qui sont contenus dans l'atmosphère et elle les condense pour ainsi dire entre ses molécules.

Ces propriétés si remarquables de l'argile doivent être prises en sérieuse considération dans la culture des terres qui en sont spécialement composées. En effet, si l'on a affaire à un sol épuisé, avant de retirer les bénéfices attendus des fumures qu'on y répand on devra saturer complétement le sol de principes azotés; mais aussi après cette saturation les terres mises en culture produiront pendant un temps beaucoup plus long que toutes les autres sans avoir besoin d'être fumées de nouveau. L'argile est, pour ainsi dire, un magasin qui ne fournit les aliments aux plantes qu'au fur et à mesure de leur besoin. L'argile sèche peut conserver indéfiniment les principes fertilisants, qu'elle n'abandonne qu'autant que l'eau vient les lui enlever pour les porter aux racines.

Les terres argileuses fourniront donc moins dans les années sèches, mais aussi produiront davantage dans les années humides.

L'argile, en même temps qu'elle possède la précieuse propriété d'absorber les gaz et les composés solubles, a aussi une grande affinité pour l'eau; elle peut en retenir jusqu'à 70 pour 100 de son poids. Cette affinité joue dans la végétation un rôle contraire à la première propriété ; car dans les années sèches elle entretiendra la fraîcheur de la plante, et dans les années humides, au contraire, elle nuira par sa persistance à conserver une trop grande humidité, et contre-balancera ainsi une partie des effets de son autre propriété. L'argile semble borner à ces influences physiques son action sur la végétation, au moins autant que peut le faire croire la petite quantité d'alumine absorbée par les plantes.

Carbonate de chaux. Le carbonate de chaux est un composant des terres arables aussi essentiel que la silice et l'argile ; il forme quelquefois la presque totalité des terrains ; aucun sol cultivé n'en est complétement dépourvu.

Le carbonate de chaux se trouve dans la terre à tout état de cohésion, depuis celui de la poudre la plus ténue jusqu'à celui de la pierre la plus dure ; son action varie suivant la forme sous laquelle

il se trouve, et c'est probablement à cette cause qu'on doit attribuer la fertilité semblable de terrains qui en contiennent des quantités extrêmement différentes.

Les effets du carbonate de chaux sur la végétation sont de plusieurs ordres; rendu lui-même soluble dans l'eau par les divers acides que les plantes dégagent dans leur végétation et aussi par l'acide carbonique dont l'eau qui humecte les terres est toujours chargée, il contribue en partie à la formation du squelette minéral des végétaux; mais là ne s'arrête pas son action.

Le carbonate de chaux transforme en carbonate d'ammoniaque l'azote des matières organiques, et amène ainsi cette substance, de première nécessité pour la nutrition du végétal, sous la forme qui convient le mieux à son absorption.

Enfin, comme l'argile, il retient les gaz de l'air, et parmi eux il semble agir avec plus de vigueur sur l'azote et l'ammoniaque, qu'il condense entre ses molécules, en les transformant en acide nitrique, et il augmente ainsi la fertilité du sol.

Cette action est tellement énergique qu'au bout de peu de temps de la craie, de la marne exposées à l'air arrivent à fournir des nitrates assez abondamment pour que ces substances puissent pouvoir être lessivées avec avantage.

Les terrains qui contiennent une quantité notable de carbonate de chaux sont les plus favorables à la production des céréales. Les légumineuses ne peuvent être cultivées avec avantage que dans ces terrains.

Les terrains calcaires sont très-hygroscopiques; ils peuvent contenir jusqu'à 80 pour 100 de leur poids d'eau; mais ils perdent alors toute consistance et n'offrent qu'un point d'appui très-peu stable aux plantes qui y croissent; leur solidité n'est point augmentée par les sécheresses : ils deviennent au contraire pulvérulents et très-perméables à l'air. Ces propriétés défavorables sont heureusement modifiées dans les terrains où le carbonate de chaux se trouve allié aux sables siliceux et à l'argile. La silice leur permet un égouttement plus facile, en même temps que l'argile en leur donnant plus de consistance rend leur travail plus aisé et permet de les employer à des cultures extrêmement variées.

Carbonate de magnésie. Le carbonate de magnésie a longtemps été regardé comme funeste à la végétation : on attribuait à sa présence la stérilité de certains terrains; cependant, d'après des analyses nombreuses, il se trouve répandu dans un grand nombre

de localités. Sprengel a trouvé 1 pour 100 de magnésie dans des terrains fertiles; les limons du Nil d'après MM. Payen et Poinsot en renferment 4 pour 100, et la quantité contenue dans quelques terres du Languedoc s'élève jusqu'à 12 pour 100.

La grande affinité du carbonate de magnésie pour l'eau, affinité qui lui permet d'en retenir jusqu'à quatre fois son poids, contribue à augmenter la fraîcheur des terres où on le rencontre; et comme généralement il se trouve uni à des terrains calcaires faciles à se dessécher, sa présence dans le sol doit être considérée comme favorable à la végétation.

Sulfate de chaux. La proportion de sulfate de chaux qui se trouve dans les terrains arables est en général extrêmement petite; cependant sa facile solubilité dans l'eau ne doit pas le faire regarder comme un élément sans importance. Par cette propriété il doit aider à l'assimilation de la chaux par la plante, en même temps qu'il lui fournit de l'acide sulfurique.

Malgré cela, il ne faut pas le considérer comme la seule source où le règne végétal puise cet acide, et l'on doit attribuer surtout aux pluies et à l'atmosphère les combinaisons sulfurées que l'on rencontre dans les plantes.

Oxydes de fer et de manganèse. Le fer agit de différentes manières dans le sol; lorsqu'il s'y trouve à l'état d'oxyde, il est assimilé par le végétal après avoir été rendu soluble soit par l'acide carbonique contenu dans l'eau qui baignait ses racines, soit peut-être en formant une combinaison avec les matières organiques azotées avec lesquelles il s'est trouvé en contact.

Après cette action principale, il agit en absorbant l'azote de l'air et en le présentant aux plantes sous forme d'ammoniaque. L'oxyde de fer dans la couche inférieure du sol actif est réduit sous l'influence des matières organiques; il forme vraisemblablement avec leurs éléments azotés des combinaisons fixes qui en empêchent la trop prompte déperdition. Lorsque par les travaux de la culture ces combinaisons ferrées arrivent dans la sphère d'action des gaz de l'atmosphère, l'oxygène en se combinant à leurs divers composés les sépare, et dans cette oxygénation du fer il y a formation d'ammoniaque aux dépens de l'azote de l'air.

L'oxyde de fer par la coloration qu'il donne aux terres où il se trouve en certaine quantité influe sur leurs conditions climatériques dans les terrains siliceux du midi de la France, il est tout à fait contraire à la végétation, car il augmente la concentration de la

chaleur et par suite la sécheresse ; mais aussi cette propriété est précieuse pour quelques terrains froids, qui sans cette addition de substance colorée ne seraient pas aptes à la culture.

Ce n'est pas seulement à l'état d'oxyde que l'on rencontre le fer dans les terrains, souvent il s'y trouve aussi sous forme soluble combiné à l'acide sulfurique, devant son origine quelquefois aux eaux qui arrosent la contrée, le plus souvent à la décomposition des pyrites contenues dans le sol.

Le sulfate de fer n'est pas aussi favorable à la végétation que l'oxyde ; quoiqu'en Angleterre on ait remarqué que l'arrosage avec une eau qui contenait une très-minime quantité de sulfate de fer ait semblé avoir une action énergique utile pour les plantes languissantes, cependant la stérilité de terrains qui n'en contenaient qu'une proportion assez faible, stérilité souvent constatée, doit rendre circonspect dans son usage.

C'est probablement à sa similitude de réactions chimiques et à sa présence simultanée dans les terrains avec les oxydes de fer que l'*oxyde de manganèse* doit d'entrer dans la composition des cendres des végétaux de quelques contrées. La petite quantité que les terres en contiennent fait attacher peu d'importance à sa présence. Son action d'ailleurs semble analogue à celle de l'oxyde de fer, et c'est principalement la couleur foncée qu'il communique aux terrains, et par suite la facilité d'échauffement qu'il leur procure, qui doit attirer l'attention sur lui dans les sols qui en présentent une quantité notable.

Potasse et soude. L'énorme quantité de potasse et de soude que les cendres des végétaux contiennent, quantité qui s'élève à près du tiers de leur poids dans celles de froment et à la moitié dans celles des pommes de terre et de quelques légumineuses, prouve jusqu'à quel point la présence de ces bases dans le sol est essentielle à la végétation.

En général, les plantes n'absorbent pas ces deux corps en quantité égale, et il y a même une différence assez marquée dans l'assimilation de ces substances. Certaines plantes, celles qui croissent dans la terre ferme, ont besoin de beaucoup de potasse, et la soude semble plus nuisible qu'utile à leur formation ; d'autres, au contraire, préfèrent cette dernière base : aussi habitent-elles particulièrement les bords de la mer, où elles trouvent dans le sol et dans les effluves de l'Océan leur principal aliment minéral.

La potasse et la soude dans la terre arable ont pour origine

les diverses roches qui ont fourni à sa formation ; généralement elles y sont combinées aux acides silicique, sulfurique, carbonique, etc.; quelques terrains en contiennent 3 ou 4 pour 100, et ces chiffres n'ont pas lieu d'étonner lorsqu'on les compare à la quantité que l'on en trouve dans les roches dont elles proviennent : ainsi quelques micas en fournissent 15 pour 100, les feldspaths jusqu'à 20 pour 100, la pierre d'amazone, l'albite de 10 à 15 pour 100, etc. Ces bases, toujours alliées dans ces corps à l'acide silicique, se transforment sous l'influence de l'air et donnent lieu aux combinaisons sous lesquelles elles sont absorbées par les racines et assimilées aux végétaux.

A ces états où se rencontrent la potasse et la soude il faut joindre pour le métal de cette dernière celui de chlorure. Le chlorure de sodium est répandu dans tous les terrains; son origine dans les contrées de terre ferme doit être attribuée à la même cause qui a donné naissance aux autres composés, et sa quantité en est minime; mais dans les terres qui avoisinent la mer, soit par les infiltrations, soit parce que ces terrains ont été autrefois couverts par elle, la quantité de chlorure de sodium est assez grande pour empêcher la culture d'un grand nombre de plantes et ne permettre que la végétation d'un petit nombre d'espèces spéciales.

Phosphates. Le phosphore à l'état de combinaison joue un rôle important et indispensable dans la nutrition des végétaux, dont les cendres quelquefois contiennent le cinquième de leur poids de phosphates. Le phosphore est absorbé par les plantes sous forme de phosphate de chaux et peut-être plus particulièrement de phosphate de magnésie, rendus solubles au moyen de l'acide carbonique contenu dans les eaux qui baignent les racines des végétaux.

Les phosphates sont répandus dans toutes les terres ; toutes les analyses qui ont été faites dans ces dernières années signalent leur présence dans tous les sols cultivés ou en friche et dans toutes les eaux minérales. Les bancs de galène, le schiste siliceux contiennent tous, suivant M. Liebig, des cristaux de phosphate d'alumine, et l'on trouve l'apatite dans toutes les terres fertiles.

Outre leur dispersion sur toute l'étendue du sol arable, les phosphates se rencontrent dans certains terrains en grande quantité sous forme de rognons ou de nodules. Ces rognons sont de composition assez variable ; mais cependant dans les nombreuses

analyses qui en ont été faites, la quantité de phosphates de chaux, de fer et d'alumine qu'on y a trouvée varie entre la moitié et les deux tiers de leur poids. Ces composés, insolubles dans les acides faibles, se transforment bientôt quand ils sont exposés à l'air, et deviennent solubles dans l'eau chargée d'acide carbonique ; on doit attribuer cette transformation particulièrement au fer phosphaté qu'ils contiennent, qui s'oxyde et par là devient bien plus attaquable.

La grande quantité de phosphates que la végétation enlève au sol à chaque récolte rend l'existence de ces gisements précieuse comme source d'engrais.

Le phosphate de magnésie est aussi répandu que le phosphate de chaux dans les terres, et cette présence n'a pas lieu d'étonner lorsqu'on sait que c'est particulièrement lorsqu'il est allié à cette base que l'acide phosphorique est absorbé par les plantes.

Carbone. Outre les éléments minéraux, le sol arable est composé, comme nous l'avons déjà dit, de matières organiques qui ont leur source en général dans les débris des animaux et des végétaux qui y ont été enfouis et aussi dans les agents de l'atmosphère.

Au premier rang de ces corps vient se placer le carbone. C'est surtout à l'état de combinaison avec l'oxygène qu'il agit dans la végétation, soit comme aliment nourricier, soit comme véhicule et agent chimique.

L'acide carbonique du sol emprunte son carbone au terreau, composé altéré des végétaux par la fermentation et les agents atmosphériques.

Le terreau a pour origine dans le sol les débris des plantes qui y ont été laissés et ceux que la main des hommes y a amenés. Il se compose par conséquent de matières végétales à des états plus ou moins avancés de décomposition.

Suivant la nature des végétaux qui leur ont donné naissance, les terreaux peuvent varier de composition. Les plantes riches en principes tannants donnent des terreaux acides, connus sous le nom de terre de bruyère, qui pour pouvoir être employés utilement dans l'agriculture ont besoin d'être neutralisés.

La tourbe est un terreau qui s'est formé par la décomposition lente des végétaux sous l'eau ou au moins dans des terrains très-humides; mais ces terreaux sont en général extrêmement pauvres en principes fertilisants. Le terreau doux est le type des matières or-

ganiques contenues dans le sol ; sa quantité ne dépasse guère en général le quart des éléments minéraux auxquels il est mêlé pour constituer la terre arable.

L'action du terreau n'est pas seulement chimique, elle est aussi mécanique; il contribue à ameublir la terre, à la rendre plus apte à ressentir les influences extérieures.

Par la fermentation, le terreau donne de l'acide carbonique, qui fait varier la composition de l'atmosphère souterraine dans laquelle la racine puise, et élève la proportion de ce gaz contenue dans le sol actif à vingt-deux fois la quantité contenue dans l'atmosphère. Cette proportion considérable de gaz nous donne la raison de la dissolution des divers agents minéraux insolubles que les végétaux consomment.

Cependant, de même qu'il y a une limite à la quantité d'acide carbonique de notre atmosphère pour l'entretien de la vie des animaux, il y en a une aussi à celle qui doit être contenue dans le sol : lorsque le terreau s'élève au-dessus du quart des éléments composants le terrain, la plante est pour ainsi dire asphyxiée, et la végétation ne peut plus avoir lieu. La quantité de terreau contenue dans les terres très-fertiles est assez variable ; mais elle ne dépasse jamais huit centièmes et quelquefois même elle a été trouvée inférieure à un centième, comme l'ont prouvé les analyses des terres de Lille faites par M. Berthier.

Eau. Sans eau pas de végétation possible, par suite pas de terre arable sans eau. L'eau est la plus essentielle de toutes les substances nécessaires à la végétation, car c'est elle qui amène aux racines les éléments de la plante ; c'est elle qui les entraîne dans le végétal et les dépose là où ils doivent s'organiser. L'eau nécessaire à la végétation doit être éminemment chargée d'air, et ne doit pas contenir de principes désoxydants, qui sont pour les plantes de véritables poisons.

La faculté qu'a une terre de retenir une plus ou moins grande quantité d'eau et de se dessécher avec plus ou moins de promptitude a une grande influence sur ses propriétés fertilisantes.

Nous avons examiné à chaque élément minéral du sol son influence sur l'hygroscopicité du terrain qu'il compose ; mais la meilleure donnée que nous puissions en avoir nous est fournie par les expériences auxquelles Schübler s'est livré pour déterminer le pouvoir d'absorption de quelques sols naturels et artificiels, et dont les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

Quantité d'eau absorbée par 100 kilogrammes de terre :

Sable siliceux.	25	kilogrammes.
Gypse.	27	
Sable calcaire.	29	
Glaise maigre.	40	
Glaise grasse.	50	
Terre argileuse.	60	
Argile pure.	70	
Terre calcaire fine.	85	
Terre de jardin.	89	
Terreau.	190	
Carbonate de magnésie.	456	

Cet ordre des terres donné par leur pouvoir d'absorption ne change pas lorsqu'on recherche leur facilité à se dessécher et à absorber l'humidité atmosphérique. Pour être fraîches les terres doivent retenir au moins 10 pour 100 d'eau ; si leur pouvoir absorbant est plus faible, elles sont considérées comme arides.

Azote. L'azote est un agent essentiel de la nutrition des végétaux ; sa présence constante dans les plantes, et particulièrement dans les extrémités des pousses et des racines, ne peut pas laisser de doutes aujourd'hui sur la nécessité de cette substance pour la végétation. L'azote peut être fourni aux plantes par l'air qu'elles respirent et par l'eau que leurs feuilles absorbent ; mais les expériences si remarquables de M. Boussingault, expériences par lesquelles il a prouvé la nécessité de fournir au sol une quantité d'azote proportionnelle à celle que la récolte a enlevée, ne laisse aucun doute sur la source où les plantes puisent la presque totalité sinon la totalité de ce qui leur est nécessaire.

L'azote est absorbé dans les plantes, d'après les idées généralement reçues, sous forme d'ammoniaque ou de carbonate d'ammoniaque. Cependant les nitrates contenus dans le sol, d'après quelques expériences récentes, ne doivent pas être considérés comme éléments sans utilité. Nous étudierons particulièrement la formation de ces deux composés.

L'azote se rencontre dans tous les sols ; M. Payen en a trouvé plus de trois millièmes dans les terres fertiles, Krocker en a retiré même du sable presque pur trois dix-millièmes.

L'ammoniaque emmagasinée par les argiles et les terreaux et celle qui entre dans la composition de ces derniers est loin de représenter

la quantité qu'on en trouve dans le sol et celle qui est bsorbée par la végétation ; aussi est-ce dans les influences chimiques des composés du sol sur l'atmosphère que nous devons rechercher la principale source de production.

D'après M. Becquerel, toute substance oxydable en présence de l'eau et de l'air forme de l'ammoniaque ; or, ce cas est celui de la terre arable humide contenant des composés ferrugineux au minimum et du terreau susceptible d'oxydation. La production de ce gaz est donc constante, et si l'on y joint celui qui est fourni par la décomposition animale, on se rend facilement compte de la quantité d'ammoniaque disséminée dans l'atmosphère que les pluies restituent au sol, et de celle qui après sa formation reste au lieu où elle a pris naissance.

Cette formation, favorisée probablement par une température élevée, rend compte jusqu'à un certain point de la fertilité des terrains des climats chauds, constante sans qu'il soit nécessaire de leur fournir des engrais, pour l'entretenir comme nous le faisons dans nos pays tempérés pour augmenter la quantité d'azote contenue dans le sol.

Les nitrates sont presque aussi communs dans les terrains actifs que l'ammoniaque ; nous devons attribuer semblablement à des influences climatériques leur formation et leur présence. Nous ferons remarquer d'abord l'abondance de leur production dans les pays méridionaux. D'après Bowles, dans le midi de l'Espagne deux ou trois labours d'hiver et de printemps suffisent pour fournir une abondante quantité de salpêtre par le lessivage des terres superficielles. Cette reproduction a lieu non-seulement dans ces climats, mais encore en France ; n'y voyons-nous pas tous les jours les édifices que nous construisons en pierre calcaire se détruire par la transformation qui s'opère dans la composition chimique de leurs matériaux, qui abandonnent l'acide carbonique dont ils sont en partie formés pour s'unir à l'acide nitrique, qui les rend solubles ? Sur une plus grande échelle, qui n'a entendu parler des bancs crayeux de Touraine, qui, suivant Dujardin, contiennent assez de nitrates pour pouvoir dans de grandes étendues être exploités avec avantage pour la fabrication du salpêtre ?

La nitrification des terres semble avoir pour cause la formation d'ammoniaque, dont nous avons parlé tout à l'heure, et en même temps une oxydation favorisée par la porosité des matériaux solides, action toute de présence. A cette cause, dans les pays chauds

nous devons ajouter la fréquence des orages et des phénomènes électriques, qui sont, comme on sait, des agents puissants de nitrification et qui fournissent aux pluies des quantités d'acide nitrique relativement considérables.

En résumé, les éléments minéraux du sol jouent relativement aux végétaux un double rôle, l'un actif, en fournissant à l'alimentation du végétal, l'autre pour ainsi dire passif, en lui prêtant un point d'appui et un milieu favorable à l'extension de ses racines. Leur fonction active exige nécessairement leur présence, et pour la remplir ils ne peuvent se substituer les uns aux autres, comme ils le pourraient faire pour l'accomplissement de leur fonction passive. Par conséquent, avant de mettre un terrain en culture il est très-important de connaître sa composition, de s'assurer qu'il renferme en quantité convenable les éléments nécessaires à la nutrition végétale, et, en cas d'absence d'un ou de plusieurs de ces éléments, de reconnaître s'il est possible de les lui fournir d'une façon avantageuse.

Ce sont ces besoins, qui tous les jours se renouvellent dans la pratique agricole, qui ont fait rechercher ces procédés d'analyse des terres d'une exactitude suffisante qui par leur simplicité et leur facilité d'exécution sont à la portée du plus grand nombre.

Tout en exposant ces divers modes de dosage nous ne négligerons pas d'indiquer la marche à suivre dans une analyse complète et détaillée d'une terre arable.

ANALYSE DES TERRES ARABLES.

Les terres peuvent être examinées à des points de vue bien différents. Tantôt on veut connaître leur composition complète, tantôt on ne recherche que la présence et la masse d'un ou de quelques-uns de leurs éléments.

Suivant le cas, l'analyse est complète ou partielle ; l'analyse complète exige une séparation mécanique des éléments constitutifs du sol, laquelle souvent peut à elle seule rendre un grand service, car elle indique leur plus ou moins facile assimilation par les végétaux, suivant leur état plus ou moins grand de division.

Pour se faire une idée exacte d'un sol, il est essentiel de connaître la composition non-seulement de la couche active, mais encore celle de la couche inerte et jusqu'à un certain point celle du sous-sol ; de là trois analyses, qui nécessitent trois prélèvements d'échantillons différents.

Ces prélèvements d'échantillons, qui ont pour but de se procurer sous une petite masse un mélange se rapprochant le plus possible pour la composition de celle du sol tout entier, exigent un grand soin dans leur mode d'obtention. C'est une des plus grandes difficultés de l'analyse de la terre arable, qui doit être nécessairement surmontée pour que les résultats des opérations subséquentes puissent être consultés utilement. Pour ces prélèvements il est essentiel de joindre à une grande habileté mécanique un certain discernement dans le choix des emplacements où on les prend. A différents endroits irrégulièrement situés les uns par rapport aux autres, et cependant à des distances égales, on fait dans le champ des trous d'une profondeur suffisante pour traverser le sol et entrer à trente centimètres dans le sous-sol. Ces trous doivent au moins être au nombre de quatre par hectare.

Le long des faces bien nettes de ces trous on prélève d'un seul coup de bêche, et dans toute l'épaisseur de la couche, un kilogramme environ de sol actif.

Les divers échantillons ainsi obtenus sont mis en un tas représentant la composition moyenne du sol actif; on mélange avec soin les diverses parties, et l'on prélève sur la masse trois kilogrammes environ qui serviront dans les opérations subséquentes. On répète ce mode de faire dans la prise d'échantillons des deux autres couches du sol, en évitant leur mélange entre elles et avec la première.

On doit faire en sorte que les terrains ne soient pas trop récemment fumés, qu'ils ne présentent pas à l'œil des différences dans leur composition, et que leur mode de production soit le même; s'il n'en est pas ainsi, dans ce dernier cas on doit isoler les échantillons provenant des diverses parties et les soumettre à des analyses séparées.

Ces précautions remplies, on se livre à la détermination des éléments composant chaque couche; les procédés employés sont les mêmes pour toutes.

ANALYSE COMPLÈTE DES TERRES.

Par rapport à l'état sous lequel leurs éléments s'y rencontrent les terres sont formées de composés solubles et de composés insolubles de toutes formes, depuis celle de la poussière la plus fine jusqu'à celle du sable, du gravier et même des pierres.

Pour pouvoir juger de la valeur des éléments que contient la terre

il est essentiel de séparer ces diverses corps les uns des autres.

La première opération à faire est de dessécher la terre qui doit être analysée ; à cet effet on la place dans une étuve chauffée à + 100°, et on l'y laisse jusqu'à ce qu'elle ne change pas de poids dans deux pesées successives faites à un intervalle d'une demi-heure. La terre ainsi desséchée est soumise à l'action de l'eau, pour être privée de ses composés solubles dans ce véhicule. On prend un kilogramme au moins de terre, et s'il est possible une quantité plus considérable ; on la met en contact avec de l'eau distillée chaude dans une terrine vernissée, et l'on a soin d'agiter de temps en temps pour que toutes les parties subissent l'action du dissolvant. On laisse ensuite déposer ; on décante, et on filtre le liquide. On renouvelle ces lavages en diminuant à chaque fois la quantité d'eau employée jusqu'à ce que la terre semble complétement épuisée de principes solubles ; mais en général il est assez difficile d'y parvenir, et on en laisse toujours une quantité, assez faible cependant pour qu'on puisse la négliger. Les eaux de lavages sont réunies pour être ensuite soumises à l'analyse.

Les matières insolubles réunies sont desséchées à + 100° et pesées ; la perte de poids éprouvée indique la quantité de matières solubles que contenait la terre.

On prend ensuite 500 grammes de terre sèche, qu'on passe à travers un crible métallique à mailles d'un millimètre carré, et l'on obtient ainsi une séparation complète entre le gravier et les particules ténues. L'une et l'autre parties sont pesées séparément, et donnent la proportion entre le gravier, qui doit ne se décomposer que très-lentement, et les parties ténues, qui doivent fournir les aliments dans un temps plus rapproché. Dans la plupart des cas l'analyse de cette partie est la seule que l'on fasse ; celle du gravier est en général négligée, et l'on se contente d'une appréciation visuelle de la nature des composants. On juge de sa nature quartzeuse, ou feldspathique, ou micacée, et on en déduit les ressources que la végétation peut en retirer plus tard.

On procède ensuite à la détermination des éléments organiques, et particulièrement de l'azote, contenus dans la terre séchée à l'étuve et non lavée.

Dosage de l'azote dans les terres. L'azote se rencontrnt dans les terres sous deux états différents, qui exigent des procédés particuliers d'analyse, avant d'effectuer le dosage il faut s'assurer de la combinaison sous laquelle il se trouve dans l'échantillon, s'il y est

à l'état d'ammoniaque, à l'état de nitrate, où s'il s'y trouve sous ces deux formes à la fois.

Si la terre contient de l'azote à un état différent de celui de nitrate, il est facile de s'en convaincre. En en chauffant dans un ballon 25 grammes environ avec une lessive de potasse caustique, il y a un dégagement de vapeurs alcalines facile à constater en exposant à l'entrée du goulot du ballon un papier rouge de tournesol humecté.

Quant à la présence des nitrates dans l'échantillon, comme ces sels sont tous solubles dans l'eau, on les recherche dans le résidu de l'évaporation des liqueurs obtenues par le lavage d'une certaine quantité de terre à l'eau distillée, en reprenant ce résidu par une petite quantité d'eau et en versant la solution ainsi obtenue dans un mélange d'acide sulfurique et de protosulfate de fer : s'il y a des composés nitrés dans cette liqueur, le mélange prend une nuance tirant plus ou moins sur le brun.

Les procédés de dosage varient suivant que l'azote est contenu dans la terre à l'un ou à l'autre de ces états ou sous ces deux formes à la fois.

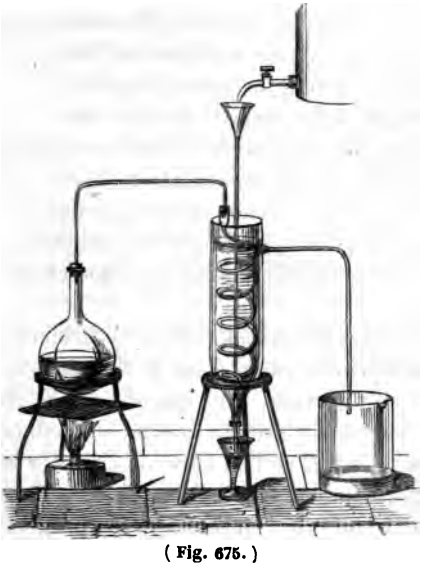
Si l'on a constaté la présence de l'ammoniaque seule sans nitrate, on procède à son dosage comme il a été dit tome V, page 31, en ayant soin d'opérer sur 10 grammes de la terre bien sèche et bien pulvérisée, afin d'obtenir des résultats appréciables. Si l'azote, au contraire, se trouve à l'état de composés oxygenés et non accompagné par les premières combinaisons, l'opération devient plus longue et plus délicate.

On prend un kilogramme de terre sèche; on le soumet à une suite de lixiviations à l'eau distillée, qui entraîne tous ses principes solubles et parmi eux les nitrates qu'il contient.

Les eaux de lavage obtenues sont évaporées à siccité dans une capsule de porcelaine chauffée au bain de sable, et à la fin de l'opération au bain-marie. Le résidu obtenu, lequel représente les matières solubles contenues dans la terre, est pesé et mis à l'abri de l'humidité.

On prend un ballon de la contenance d'un quart de litre environ, on y met 25 grammes de zinc, de l'eau en petite quantité et un peu d'acide chlorhydrique; lorsque le dégagement d'hydrogène est terminé, on ajoute quelques gouttes de bichlorure de platine; on agite, et on décante la liqueur; on lave le zinc à l'eau distillée, on décante de nouveau. On ajoute alors au zinc contenu dans le ballon un poids à peu près égal de lessive de potasse caustique à 1°,3 et ensuite 50 centigrammes environ du résidu obtenu par

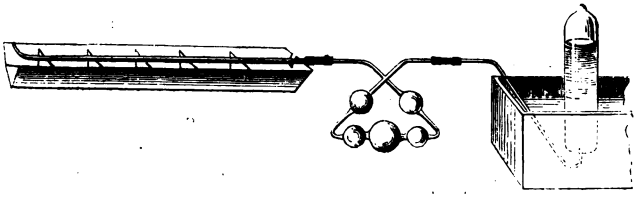
l'évaporation de l'eau. Le ballon ainsi disposé est uni à un serpentin au moyen d'un tube recourbé et de bouchons (*fig.* 675); la partie inférieure du tube du serpentin plonge dans un verre gradué contenant 25 centimètres cubes d'acide sulfurique normal (Voir tome V, p. 34). Au bout de cinq heures de contact des substances dans le ballon, on chauffe celui-ci au moyen d'une lampe à alcool; les nitrates sont décomposés par le zinc et la potasse et transformés en ammoniaque, qui, chassée par la potasse avec les premières vapeurs d'eau dégagées, passe, comme dans le dosage précédent, dans l'acide sulfurique. On a soin de rafraîchir pendant l'opération; on arrête lorsqu'on a distillé environ 15 centimètres cubes de liquide. Tout l'azote des nitrates se trouve à l'état de sulfate d'ammoniaque dans le verre, et alors un simple dosage alcalimétrique suffit pour en déterminer la quantité et par suite pour déduire celle des nitrates contenus dans la terre examinée.



(Fig. 675.)

Lorsque l'azote se trouve dans le sol sous les deux états à la fois, on est alors obligé de le doser par la méthode des volumes; mais n'ayant point à prétendre à un grand degré de précision, on modifie un peu l'opération.

On prend un tube à analyse, de 80 centimètres environ de longueur (fig. 676), fermé à l'une de ses extrémités; on y introduit



(Fig. 676.)

15 centimètres de bicarbonate de soude, puis une colonne de 10 centimètres d'oxyde noir de cuivre; on met ensuite 10 grammes de terre bien desséchée exactement pesés mélangés avec assez d'oxyde de cuivre pour remplir environ 15 centimètres du tube; on recouvre ce mélange d'une colonne de 20 centimètres d'oxyde de cuivre, et l'on finit le remplissage du tube avec du cuivre métallique comme à l'ordinaire. Le tube ainsi disposé est fermé avec un bouchon de liége percé d'un trou qui laisse passer l'extrémité d'un appareil de Liebig contenant une lessive de potasse caustique, destinée à absorber l'acide carbonique dégagé. L'autre extrémité du tube de Liebig est rejointe par un caoutchouc avec un tube recourbé qui amène l'azote dégagé dans une cloche placée sur la cuve à eau.

L'appareil ainsi disposé, on commence par chauffer le bicarbonate de soude. Lorsque l'air est entièrement expulsé par le dégagement d'acide carbonique, ce dont on s'aperçoit à ce que l'appareil de Liebig ne laisse plus passer une bulle sous la cloche, on enlève celle-ci, on la remplace par une autre, et l'on cesse de chauffer le bicarbonate de soude. On porte au rouge le cuivre métallique contenu dans la partie antérieure du tube; on amène le feu progressivement vers la matière, de manière à obtenir un dégagement régulier; lorsque celui-ci est terminé et que le tube est complétement rouge, on recommence à chauffer le bicarbonate pour chasser l'azote contenu dans le tube; on enlève le feu de la partie antérieure, et l'on arrête l'opération lorsque le dégagement de gaz est terminé en cassant la pointe du tube.

Le gaz est mesuré comme il a été dit tome V, page 30.

Dosage des matières organiques. On peut arriver à une certaine approximation de la quantité des matières organiques contenues dans les terres, en soumettant 100 grammes de celles-ci à l'incinération dans une capsule de platine. Le résidu obtenu est arrosé avec une solution concentrée de carbonate d'ammoniaque, qui a pour but de restituer aux bases l'acide carbonique qu'elles ont perdu; on chauffe de nouveau, d'une manière modérée, pour effectuer le départ de l'excès de ce sel, et l'on pèse après refroidissement. Si la terre était bien sèche lors de sa pesée avant l'opération, la différence entre les deux poids obtenus représentera les matières organiques, les sels ammoniacaux, l'acide nitrique et l'eau de composition, qui étaient contenus dans la terre.

Lorsque l'on veut obtenir une détermination plus exacte des [illegible]

tières humiques, on prend 20 grammes de terre criblée et bien séchée, on la mélange avec quatre fois son poids de litharge, et on l'introduit dans un creuset luté; on chauffe au rouge pendant une heure environ, on laisse refroidir le creuset et on le casse. Les matières organiques carbonifères de la terre ont réduit l'oxyde, et le culot de métal qui se trouve au fond du creuset a un poids proportionnel au leur. D'après une nombreuse suite d'expériences, M. Berthier a reconnu que chaque gramme de plomb métallique représentait 75 milligrammes de matières organiques.

Lorsque la terre contient plus de 10 pour 100 de carbonate de chaux, cette opération est rendue difficile par le boursouflement que la chaleur produit. On l'évite en traitant, après l'avoir pesée, la terre par l'acide chlorhydrique, qui enlève le carbonate de chaux, en lavant le résidu, le séchant et le traitant alors comme à l'ordinaire.

On doit tenir compte aussi des débris organiques qui sont restés sur le crible; ils sont faciles à séparer des matières minérales, soit à la main, soit par la lixiviation, leur faible densité permettant leur entraînement par des décantations raisonnées.

On peut encore opérer ce dosage en traitant 100 grammes de terre, ou une quantité moindre suivant sa richesse, par une solution de carbonate de soude à une température voisine et inférieure à + 100°; après deux heures de contact, on filtre et l'on verse de l'acide chlorhydrique en excès. L'acide humique est précipité; on peut le recueillir et le peser après l'avoir fait sécher à + 100°. Un égal poids de terre est en même temps traité par une solution de potasse caustique; celle-ci dissout l'acide humique et l'humine, qu'elle transforme en cet acide. On précipite par l'acide chlorhydrique en excès; le résidu sec obtenu représente toutes les matières organiques, et la différence entre les quantités trouvées dans ces deux opérations représente l'humine. Ce procédé, beaucoup plus long que celui par le plomb, n'offre pas une exactitude suffisante pour qu'il puisse lui être préféré. Diverses causes, et entre autres la précipitation incomplète des matières organiques par l'acide chlorhydrique, tendent à rendre fautif ce procédé.

Lorsque l'on veut avoir une analyse exacte, il faut nécessairement recourir à l'analyse élémentaire pour le dosage du carbone; mais il n'est pas de circonstance en agriculture où les résultats ob-

tenus par le traitement avec la litharge ou même par l'incinération ne puissent suffire.

Analyse des matières minérales solubles. Les substances que nous avons à rechercher dans les liqueurs obtenues par la lixiviation de la terre sont assez nombreuses, et elles représentent tous les éléments de la composition du sol. Dans ces eaux, nous avons à doser la silice, l'alumine, la chaux, la magnésie, le fer, le manganèse, la potasse, la soude, l'acide phosphorique, l'acide sulfurique, le chlore et l'acide carbonique.

On détermine d'abord la quantité de matières solubles contenue dans la terre, en faisant évaporer à une température inférieure à + 100°, dans une capsule en porcelaine, la moitié de l'eau de lavage.

Le résidu desséché à cette température représente la moitié des substances solubles contenues dans la quantité de terre qui a été lessivée.

La *silice* soluble est séparée en traitant par l'acide chlorhydrique le résidu obtenu dans l'opération précédente, en évaporant et desséchant complétement la silice gélatineuse pour la déshydrater et la rendre insoluble. On reprend par l'acide chlorhydrique le résidu de silice insoluble; on le lave à l'eau, on le dessèche, on le calcine, et on le pèse.

On dose le *fer*, sous forme de phosphate, dans les eaux dont on a séparé la silice. A cet effet on y verse de l'ammoniaque en excès, qui précipite tout l'acide phosphorique combiné au fer et aux bases terreuses; on acidifie ensuite au moyen de l'acide acétique. Les phosphates terreux sont dissous, et le phosphate de sesquioxyde de fer reste seul indissous. On le réunit sur un filtre, on le calcine, et on le pèse; de son poids on déduit celui de tout le fer contenu dans la partie soluble de la terre.

Après que les liqueurs ont ainsi été débarrassées du fer qu'elles contenaient, on en sépare la *chaux*, en la précipitant par l'oxalate d'ammoniaque sous forme d'oxalate de chaux. L'oxalate de chaux recueilli sur un filtre, après douze heures de contact avec l'oxalate d'ammoniaque, est lavé à l'eau chaude et séché. On le transforme ensuite pour le peser en sulfate; à cet effet, il est mis avec le filtre dans un creuset de platine et incinéré. On dissout alors les cendres dans l'acide chlorhydrique, on ajoute de l'acide sulfurique faible en excès, et on évapore à une température peu élevée. Le résidu sec est calciné modérément et pesé ensuite : de son poids on déduit celui de la chaux.

La liqueur obtenue après ces divers traitements est ramenée par évaporation au volume qu'elle avait après la séparation de la silice, olume qui avait été augmenté dans les opérations précédentes par es eaux de lavage de chaque précipité.

On précipite la *magnésie* et l'*alumine* sous forme de phosphates n ajoutant à la liqueur un grand excès d'ammoniaque, et par précaution on additionne de phosphate de soude, en cas que les cendres ne contiennent pas une quantité suffisante d'acide phosphorique pour précipiter toute la magnésie.

Le précipité formé contient le phosphate ammoniaco-magnésien, qui si la solution ne renferme pas d'alumine, est séparé du filtre et calciné dans un creuset de platine, après avoir été lavé à l'eau ammoniacale. Le filtre est incinéré à part, et les cendres sont réunies au sel magnésien transformé en pyrophosphate. On pèse à cet état, et l'on déduit le poids de la magnésie.

Si au contraire les liqueurs contenaient de l'alumine, celle-ci, précipitée par l'ammoniaque en même temps que le phosphate ammoniaco-magnésien, doit en être séparée.

Pour opérer cette séparation, on chauffe au rouge le précipité en présence du carbonate de soude; sous l'influence de cet alcali, la matière reprise par l'eau abandonne l'alumine rendue soluble; on lave, on sèche et l'on incinère le résidu insoluble, qui représente le pyrophosphate de magnésie pure.

Dans la liqueur on dose l'alumine. A cet effet, la solution alcaline est neutralisée par l'acide acétique et additionnée de sulfhydrate d'ammoniaque, qui précipite l'alumine.

La *potasse* et la *soude* sont recherchées dans la liqueur primitive de lavage de la terre. On en prend exactement un dixième en volume; on l'additionne d'acide chlorhydrique, et on l'évapore à sec. Le résidu dissous dans une petite quantité d'eau distillée est additionné d'eau de baryte, et la solution filtrée après quelque temps de contact est traitée par le carbonate d'ammoniaque, qui en précipite la chaux et la baryte en excès. On filtre de nouveau, et la liqueur, qui par cette opération a été débarrassée des divers corps qu'elle contenait, se trouve n'être plus qu'une solution de chlorures de potassium et de sodium mélangés avec le chlorhydrate d'ammoniaque formé par le carbonate d'ammoniaque versé en excès dans l'opération précédente. On évapore la liqueur, on dessèche le mélange de sels, et par une calcination modérée on chasse le

chlorhydrate d'ammoniaque. Le mélange des deux sels de potasse et de soude est pesé. On le dissout ensuite dans une petite quantité d'eau, on ajoute à la solution un excès de bichlorure de platine, et l'on évapore à une basse température. La liqueur, amenée presque à siccité, est traitée par de l'alcool à 75° alcoométriques; au bout de quelque temps de contact, on recueille sur un filtre la matière non dissoute, et on la lave à l'alcool, qui a entraîné le chloroplatinate de soude et le chlorure de platine en excès. Le chloroplatinate de potasse qui se trouve sur le filtre est pesé après avoir été séché à + 110° : de son poids, on déduit celui du chlorure de potassium.

La différence entre celui-ci et le poids obtenu pour les deux sels mélangés donne la quantité de chlorure de sodium qui se trouvait dans la liqueur. Du poids des chlorures on déduit celui de la potasse et de la soude contenues dans l'eau et par suite dans la terre.

Les acides phosphorique, sulfurique et le chlore sont dosés chacun dans un dixième de la solution primitive, dans trois opérations différentes.

Pour séparer l'*acide phosphorique*, on évapore à siccité un dixième de la liqueur primitive; le résidu obtenu est traité par l'alcool additionné d'une petite quantité d'acide nitrique; on filtre la liqueur, et la partie insoluble est lavée à l'alcool. Les liqueurs de lavage sont réunies à la précédente; elles renferment tout l'acide phosphorique que contenait la solution primitive. On précipite celui-ci en les additionnant d'acétate de plomb dissous. Le phosphate de plomb ainsi obtenu est lavé et pesé : on en déduit la quantité d'acide phosphorique contenue dans la partie soluble de la terre.

On dose l'*acide sulfurique* en ajoutant à un dixième de la liqueur, rendue légèrement acide par l'acide chlorhydrique et bouillante, un excès de chlorure de baryum. Le sulfate de baryte précipité est lavé à l'eau bouillante et recueilli sur un filtre. On le dessèche ensuite, on le sépare du filtre, on le calcine : on incinère le filtre à part. Du poids de sulfate de baryte obtenu on déduit celui de l'acide sulfurique.

Le *chlore* est séparé en additionnant un dixième de la liqueur primitive de nitrate d'argent en excès. On agite la liqueur pour réunir le chlorure d'argent formé, qu'on recueille sur un filtre et

u'on lave à l'eau acidifiée avec l'acide nitrique et ensuite à l'eau istillée. Le précipité séché est fondu dans une capsule de porcelaine et pesé. Le filtre est incinéré à part; et comme le sel d'argent ont il était imprégné est réduit, les cendres avant d'être pesées ont traitées par l'acide nitrique et ensuite par l'acide chlorhyrique. On évapore à sec; le résidu est pesé, et son poids est jouté à celui du chlorure d'argent. De ce poids on déduit celui du hlore.

Le *manganèse* est en général en trop petite quantité pour pouvoir être séparé.

Quant à l'*acide carbonique*, sa présence dans la partie soluble du sol est sans influence, et ne représente nullement celui que la terre contient.

Analyse des matières minérales insolubles. Comme nous l'avons déjà dit, les matières minérales insolubles fines qui ont passé à travers le crible à mailles d'un millimètre carré sont les seules soumises à l'analyse.

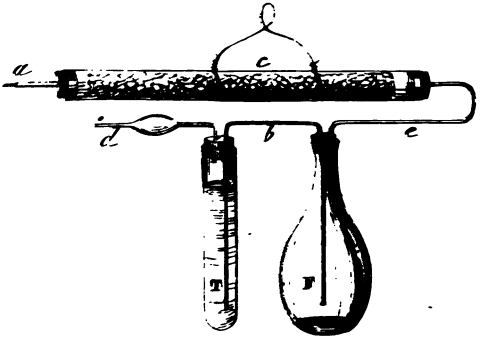
Pour procéder à leur séparation on scinde l'opération en deux. On analyse d'abord la partie de la terre insoluble dans l'eau mais soluble dans les acides dilués, puis on traite séparément ce second résidu.

1° *Analyse des matières minérales insolubles dans l'eau mais solubles dans les acides dilués.* On prend 100 grammes de terre fine; on les pulvérise dans le mortier d'agate, et on les épuise par l'eau chaude. Le résidu séché est calciné au contact de l'air jusqu'à complète destruction des matières organiques. Après cette opération les matières terreuses sont mélangées avec de l'eau distillée, de manière à former une bouillie claire, que l'on additionne peu à peu d'acide chlorhydrique et que l'on porte à l'ébullition lorsque l'acide carbonique est entièrement chassé. Les liqueurs sont ensuite filtrées, et le résidu est lavé à l'eau bouillante.

Cette solution acide de la terre contient de l'acide silicique en petite quantité, de l'acide sulfurique provenant du plâtre, que les lavages à l'eau n'enlèvent jamais complétement, de l'acide phosphorique, et elle contient de plus les bases jointes à ces acides et aussi à l'acide carbonique dégagé.

L'analyse de cette liqueur et le dosage des différents composants qu'elle a empruntés à la terre se font exactement comme ceux de la solution contenant les substances solubles du sol.

L'*acide carbonique* contenu dans la partie fine de la terre est dosé, en traitant une partie de la terre épuisée par l'eau par un acide dans un appareil (*fig.* 677) disposé de telle sorte qu'il peut indiquer facilement la perte de poids de la terre représentant l'acide carbonique sec dégagé dans ce traitement.



(Fig. 677.)

On pèse 5 grammes de terre; on les introduit dans le flacon F, que l'on a soin de boucher exactement; on remplit d'acide nitrique dilué le tube fermé T, qu'on bouche exactement. Tout le système ainsi disposé est suspendu au plateau d'une balance et taré.

Au moyen d'une aspiration ménagée par le tube *a*, l'acide contenu en T est obligé, pour faire équilibre à la pression, de monter dans le tube *b* et de passer dans le flacon F. Les carbonates sont décomposés; l'acide carbonique se dégage par le tube *e*, abandonne l'eau, qu'il entraîne sur le chlorure de calcium contenu dans le tube *c*, qu'il est obligé de traverser, et s'échappe dans l'atmosphère. Lorsque le dégagement est terminé, on chauffe légèrement le flacon pour achever la décomposition, et l'on fait ensuite passer un courant d'air dans l'appareil pour chasser l'acide carbonique qu'il contient encore, en aspirant par le tube *a*. L'opération terminée, l'appareil est reporté dans la balance, et la perte de poids qu'il a éprouvée représente l'acide carbonique que la terre contenait.

Si les matières organiques contenues dans la terre produisaient un boursouflement de la masse qui empêchât le dégagement régulier de l'acide carbonique, il serait préférable de soumettre la terre avant le dosage à l'incinération, en ayant soin toutefois de restituer à ses éléments minéraux l'acide perdu dans cette opération, en les arrosant avec une solution de carbonate d'ammoniaque et les soumettant ensuite à une légère calcination pour faire dégager l'excès de réactif.

2° *Analyse des matières minérales insolubles dans les acides di-*

lués. Le résidu insoluble dans l'acide chlorhydrique est en partie formé d'argile et de sable, qu'il vaut mieux en général séparer par lévigation ; mais si l'on ne peut pratiquer cette séparation assez exactement, on déterminera la décomposition de l'argile en traitant le résidu de l'opération précédente par l'acide sulfurique concentré. On chauffe de manière à chasser en grande partie cet acide, et l'on reprend par l'acide chlorhydrique, qu'on laisse plusieurs heures en contact. On filtre, et on lave le résidu à l'eau.

La liqueur contient les bases de l'argile et aussi peut-être de l'acide phosphorique ; on les sépare comme il a été dit.

Le résidu insoluble contient, entre autres substances, la silice gélatineuse qui entrait dans la composition de l'argile et qui a été déplacée par le traitement par l'acide sulfurique.

On la sépare des autres parties en traitant ce résidu par une solution concentrée bouillante de carbonate de soude ; la silice se dissout, on filtre sa solution alcaline et on y verse de l'acide chlorhydrique en excès ; on évapore à sec, et l'on reprend par l'eau qui laisse la silice non dissoute.

Après le traitement par le carbonate de soude, le résidu insoluble se compose de silicates, de sable, etc. Si leur séparation mécanique approximative n'est pas possible ou ne suffit pas, on détermine leurs éléments en les décomposant soit par le fluorure de calcium, soit par le carbonate de soude.

Dans l'analyse de la terre arable, les doses de terre employées dans les différentes opérations n'étant pas les mêmes, on est obligé ensuite de rapporter les résultats obtenus à une quantité unique, pour les rendre comparables et pouvoir se rendre compte de la composition de la terre. On ne peut faire que des conjectures sur le genre de combinaisons que les acides et les bases forment entre eux ; quelquefois on peut appuyer ces conjectures sur les résultats obtenus dans des essais partiels modifiés suivant les circonstances.

L'analyse complète de la terre arable est une opération fort longue, qui pour être pratiquée demande une grande habitude de manipulation, mais dont on peut le plus souvent se passer et que l'on remplace par des opérations plus simples et dans la plupart des cas suffisamment exactes pour l'agriculteur.

PROCÉDÉS PRATIQUES POUR DOSER DANS LES TERRES LEURS ÉLÉMENTS LES PLUS IMPORTANTS.

L'*azote*, comme élément fertilisant immédiat, doit surtout attirer l'attention de l'agriculteur ; mais que ce corps soit à l'état d'ammoniaque ou à l'état de nitrate, son dosage dans les terres est toujours une opération assez délicate et qui doit être faite comme nous l'avons indiqué dans le procédé d'analyse complète.

Les *matières d'origine organique* seront dosées ainsi qu'il est dit à l'analyse complète ; on doit préférer le procédé d'oxydation par la litharge, comme le plus simple et celui dont les résultats sont le plus faciles à apprécier.

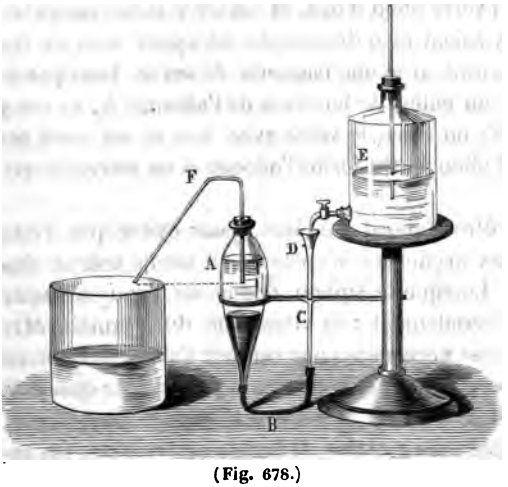
Analyse mécanique de la terre arable. L'analyse mécanique des terres peut se faire par deux procédés différents : 1° par lavage circulaire ; 2° par lavage ascensionnel.

Dans l'un comme dans l'autre procédé, on opère sur la terre séchée convenablement et tamisée ; la partie restée sur le tamis est examinée séparément, et la partie fine seule est soumise au lavage, qui a pour but de séparer celle-ci en ses deux principaux éléments composants, la silice et l'argile.

Le lavage circulaire se fait en versant, après l'avoir pesée, la partie criblée de la terre dans une terrine que l'on remplit d'eau. Au moyen d'une baguette on imprime au liquide un mouvement rotatoire assez rapide pour que la terre se trouve toute en suspension par l'entraînement du liquide. On arrête un instant, et l'on décante les deux tiers de l'eau ; l'argile, beaucoup plus ténue que le sable, reste en suspension dans l'eau, tandis que celui-ci s'est déjà déposé. On ajoute de l'eau, et l'on renouvelle ces opérations jusqu'à ce que l'eau de la terrine, ne contenant plus que les particules pesantes du sol, devienne claire dès que l'on cesse de l'agiter. On recueille alors le sable resté dans la terrine, on le sèche et on le pèse ; d'un autre côté, on laisse déposer les eaux de lavage, et le dépôt qu'elles ont formé est séché et pesé. On déduit de leur poids la quantité de sable et d'argile contenue dans la terre. Il est bon de répéter l'expérience, pour comparer les résultats. Cette séparation est surtout utile lorsqu'on veut soumettre les principes siliceux du sable à un examen visuel.

Dans cette opération ainsi pratiquée il est difficile d'obtenir des résultats bien comparables ; mais on évite les causes d'erreur en em-

ployant le procédé de lavage ascensionnel au moyen de l'appareil dû à M. Masure (*fig.* 678). Cet appareil se compose d'une allonge A en verre, d'un quart de litre de capacité et d'une longueur de 30 centimètres environ, reliée par sa partie inférieure à un tube vertical C au moyen d'un tube en caoutchouc B. Ce tube porte à sa partie supérieure un entonnoir D disposé pour recevoir l'eau d'un flacon E, garni d'un robinet à sa partie inférieure. La longueur du tube est telle que l'entonnoir se trouve plus élevé de 20 centimètres environ que le col de l'allonge.



(Fig. 678.)

Le col de l'allonge est fermé par un bouchon de liége traversé par une des branches d'un siphon F qui a ses extrémités à la même hauteur.

L'écoulement de l'eau par le robinet du flacon est régularisé au moyen d'un tube de Mariotte.

M. Masure procède d'une manière particulière à la préparation de l'échantillon de terre qui doit être soumis à la lévigation. Les graviers plus gros qu'une noisette sont retirés à la main. On prend ensuite 100 grammes de terre séchée à l'air, et on les lave dans une passoire à fond en toile métallique, en les agitant continuellement avec une spatule sous un courant d'eau. Lorsque les eaux passent claires, on jette dans une capsule les graviers et les débris organiques qui sont restés sur la passoire. On les sépare les uns des autres en remplissant la capsule d'eau : les débris organiques surnagent, et on les enlève. En répétant plusieurs fois cette opération la séparation est complète ; on sèche séparément ces deux dépôts, et on les pèse.

Les parties fines de la terre qui ont passé avec l'eau à travers la passoire sont recueillies dans une terrine ; on décante l'eau surnageant, et le précipité est réuni sur une assiette ; on le fait sécher au soleil, puis on le dessèche complétement à + 100°.

Cette terre ainsi obtenue doit être traitée dans l'appareil de lévigation. Lorsqu'elle est encore très-chaude, on en pèse 10 grammes; on les délaye dans un verre plein d'eau, et on les y laisse jusqu'au lendemain pour qu'ils soient bien détrempés, en ayant soin de les agiter de temps en temps avec une baguette de verre. Lorsque la terre est bien délitée, on enlève le bouchon de l'allonge A, et on y verse l'eau et la terre; on rince le verre avec soin et on met les eaux de lavage dans l'allonge. On ferme l'allonge et on ouvre le robinet du flacon E.

L'écoulement doit être d'abord très-lent, pour éviter que l'eau chargée des molécules argileuses n'entraîne en même temps des particules sableuses. Lorsque le siphon donne de l'eau presque claire on augmente l'écoulement : sa vitesse ne doit jamais être supérieure à celle qui est nécessaire pour remplir l'allonge d'eau en deux minutes. On détermine en conséquence la profondeur que doit atteindre le tube dans le vase de Mariotte qui fournit au système. Quand l'eau sort complétement claire, le lavage est terminé. On recueille dans un vase le sable resté dans l'allonge en inclinant le tube D. On le réunit sur un filtre séché et taré. Une fois que l'argile est déposée, on décante l'eau qui la couvre, et on la recueille sur un filtre séché et taré. On dessèche les dépôts à + 100°, et on les pèse chauds : l'excès de poids qu'ils ont sur leur tare représente pour l'un le sable contenu dans la partie fine de la terre, pour l'autre l'argile.

Ce mode de faire donne des résultats assez exacts sur la composition mécanique de la terre arable.

Dosage du carbonate de chaux. Le principe calcaire étant une des parties constituantes et fertilisantes de la terre, il est utile d'avoir un procédé simple et pratique pour en déterminer exactement la quantité contenue dans le sol. La manière la plus facile de le doser consiste à peser 20 grammes de terre sèche, à les mélanger dans un verre avec une quantité d'eau suffisante pour faire une bouillie claire, et à ajouter petit à petit de l'acide chlorhydrique jusqu'à ce qu'une nouvelle addition de cet acide ne provoque plus de dégagement de gaz. Le principe calcaire sous l'influence de l'acide chlorhydrique s'est transformé en chlorure de calcium soluble; le résidu, s'il y en a, est formé par l'argile et le sable; on décante la liqueur qui le surnage, on le lave, et on le recueille sur un filtre double. Une fois le filtre égoutté, on le sèche; on le porte dans la balance, et au moyen du second filtre que l'on avait mis dans l'entonnoir l'on fait

contre-poids au filtre qui contient la terre. En retranchant du poids primitif le poids représentant les matières argileuses, on a celui des matières calcaires contenues dans le sol.

Les matières dissoutes peuvent ne pas représenter uniquement les matières calcaires; il peut encore s'y trouver du fer et aussi de la magnésie en dissolution. Quelquefois la quantité de ce dernier corps est assez importante pour qu'il soit nécessaire de faire une contre-épreuve de l'opération précédente. On y parvient facilement en saturant par l'ammoniaque avec excès les liqueurs obtenues dans l'attaque de la terre par l'acide chlorhydrique, après les avoir filtrées et réunies aux eaux de lavage. On filtre cette liqueur alcaline si elle a été troublée par cette addition; dans la solution filtrée on verse de l'acide oxalique : il se forme un précipité d'oxalate de chaux, qui lorsqu'il est bien réuni est recueilli sur un filtre et lavé. On pèse ce sel après l'avoir séché au bain-marie, et l'on déduit de son poids celui du carbonate de chaux contenu dans la terre, en se rappelant que 1,000 parties d'oxalate de chaux représentent 686 parties de carbonate de chaux.

Tous les sols fertiles contiennent du carbonate de chaux, mais la quantité que l'on y rencontre est extrêmement variable; ainsi M. Payen n'en a trouvé que huit millièmes dans une terre à blé fertile de la Russie méridionale, tandis que Davy en a constaté 57 pour 100 dans un pâturage de la vallée de Salisbury. Les résultats que présenteront des terres fertiles de diverses natures pourront donc extrêmement varier, et l'on ne devra pas s'étonner des résultats obtenus si l'on a opéré convenablement.

Dosage du carbonate de magnésie. Si l'on veut s'assurer de la présence et de la quantité de carbonate de magnésie contenue dans une terre, il faut, après avoir traité celle-ci comme dans l'opération précédente par l'acide chlorhydrique, le rechercher dans la liqueur acide obtenue. On sursature d'ammoniaque, on ajoute de l'acide oxalique, et lorsque le précipité est bien rassemblé on filtre la liqueur. La solution claire obtenue contient la magnésie, s'il en existait dans la terre. Pour le reconnaître, on ajoute du phosphate de soude, après s'être assuré que la liqueur conservait toujours un excès d'ammoniaque. Si elle contient de la magnésie, en agitant la liqueur avec une baguette il se forme un précipité qui la renferme tout entière si l'on a soin d'ajouter suffisamment de réactif. Ce précipité est composé de phosphate ammoniaco-magnésien, qu'on recueille sur un filtre lorsqu'il est bien réuni; puis on le sèche et on le dé-

le précipité, on le pèse, et de son poids
e phosphorique contenu dans la terre et sa
e en phosphate de chaux des os, sachant
phate de plomb représente 176 milligramme
ue et 364 milligrammes de phosphate de ch
avoir recours à l'analyse complète de la te
d'avoir sur la composition du sol des do
bctes pour l'agriculture ; car en se livrant
ns que nous venons d'indiquer on arrive à
s : 1° la composition mécanique en dosant
matières solubles dans l'eau,
ile,
hle fin,
pris organiques grossiers,
vier,
rres ;
rincipaux éléments chimiques dans cha
r l'action mécanique,
tières organiques,
e fin,
de fer,
onate de chaux,
onate de magnésie,
phosphorique
ne l'azote.

FICATIONS QU'ÉPROUVE LA COMPOSITION
SOUS L'INFLUENCE DE LA VÉGÉTATION.

ntes empruntent à l'atmosphère une par
t constituer leurs molécules organi
pendant vivre et se développer normal
uvent dans le sol des substances solul
our former leur squelette minéral et p
e partie des éléments organiques qui les
quelle que soit sa composition, devra don
après avoir donné une ou plusieurs ré
vant pas la même influence sur la

tache du filtre. Il est ensuite calciné dans une capsule de platine ou de porcelaine et transformé ainsi en pyrophosphate de magnésie. A cet état on le pèse, et du poids du pyrophosphate on déduit celui du carbonate de magnésie contenu dans la terre, sachant que 100 parties de pyrophosphate représentent 72 parties de carbonate de magnésie.

Dosage de l'oxyde de fer. Toutes les terres contiennent de l'oxyde de fer; et nous savons que, suivant la quantité plus ou moins grande qu'elles en renferment, elles sont plus ou moins colorées et ont des propriétés différentes; il peut donc être important de déterminer par une opération pratique la quantité de ce composé qui s'y trouve.

Le procédé par lequel on arrive à cette détermination facile est un des temps des opérations précédentes, et ce dosage peut être fait simultanément avec les deux autres. On prend 20 grammes de terre, qu'on traite à chaud dans un matras à fond plat, par de l'acide chlorhydrique étendu; on renouvelle deux fois ce traitement, on filtre les liqueurs et on y joint les eaux de lavage du résidu. On sursature par l'ammoniaque, et le fer est précipité. On filtre (dans les liqueurs on pourrait doser la chaux et la magnésie, puisqu'elles sont préparées comme dans les opérations précédentes), et le précipité recueilli est lavé, séché et ensuite calciné ainsi que le filtre. Lorsque la quantité d'oxyde de fer est petite, on doit tenir compte du poids des cendres du filtre; à cet effet on incinère préalablement un autre filtre de même grandeur; on en pèse les cendres, et l'on retranche leur poids de celui de l'oxyde de fer pesé après l'incinération.

Dosage de l'acide phosphorique. L'acide phosphorique, élément puissant de fertilité du sol, a souvent besoin d'être déterminé exactement dans les terres. Nous devons à M. Malaguti un procédé facile de dosage, qui peut être exécuté par tout le monde.

On prend 20 grammes de terre pulvérisée avec soin, on les traite par de l'acide nitrique; on porte le mélange un quart d'heure à l'ébullition, en ayant soin d'éviter les projections, qui sont beaucoup moins à craindre si l'on fait l'opération dans un matras; on étend ensuite d'un volume égal d'eau, on filtre la solution et on lave le filtre. Les liqueurs sont évaporées à sec, dans une capsule, et sur le résidu froid on verse 20 grammes d'alcool additionné de 4 ou 5 gouttes d'acide nitrique; on favorise l'action de l'alcool en agitant avec une baguette; au bout de quelques minutes on filtre l'alcool, et dans la liqueur filtrée on ajoute de l'acétate de plomb. Les phosphates dissous par l'alcool sont alors précipités sous forme de phosphate de plomb, qu'on recueille sur un filtre séché et taré.

On sèche le précipité, on le pèse, et de son poids on déduit celui de l'acide phosphorique contenu dans la terre et sa valeur correspondante en phosphate de chaux des os, sachant que 1 gramme de phosphate de plomb représente 176 milligrammes d'acide phosphorique et 364 milligrammes de phosphate de chaux.

Sans avoir recours à l'analyse complète de la terre, il est donc possible d'avoir sur la composition du sol des données suffisamment exactes pour l'agriculture ; car en se livrant à la série d'opérations que nous venons d'indiquer on arrive à déterminer sans difficulté : 1° la composition mécanique en dosant

les matières solubles dans l'eau,
l'argile,
le sable fin,
les débris organiques grossiers,
le gravier,
les pierres ;

2° Ses principaux éléments chimiques dans chacune des parties séparées par l'action mécanique,

les matières organiques,
le sable fin,
l'argile,
l'oxyde de fer,
le carbonate de chaux,
le carbonate de magnésie,
l'acide phosphorique
et même l'azote.

DES MODIFICATIONS QU'ÉPROUVE LA COMPOSITION DES TERRES SOUS L'INFLUENCE DE LA VÉGÉTATION.

Si les plantes empruntent à l'atmosphère une partie des éléments qui doivent constituer leurs molécules organiques, elles ne peuvent cependant vivre et se développer normalement qu'autant qu'elles trouvent dans le sol des substances solubles en quantité suffisante pour former leur squelette minéral et pour fournir à la plus grande partie des éléments organiques qui les constituent. Un sol fertile, quelle que soit sa composition, devra donc nécessairement s'appauvrir après avoir donné une ou plusieurs récoltes. Tous ses composants n'ayant pas la même influence sur la végétation, leur

action étant plus ou moins nécessaire, tous ne sont pas absorbés en égale quantité, et il s'ensuit que le sol en s'appauvrissant doit changer la proportion qui se trouve entre ses éléments.

Pour apprécier exactement les modifications que la végétation fait éprouver au sol, il faut rechercher quelles sont les substances que les plantes prélèvent.

L'analyse des végétaux nous conduit à ce résultat, et nous permet d'apprécier les éléments les plus importants du sol pour leur nutrition.

Au premier rang des corps qui forment le végétal on doit placer le carbone, qui compose presque en totalité le charbon que l'on prépare avec les bois des forêts.

Le carbone peut être fourni en partie par l'acide carbonique de l'air ; mais des expériences précises ont fait reconnaître que la plus grande partie en était empruntée au sol. En effet, dans les terres qui ne contiennent pas d'humus la végétation est toujours languissante et on ne peut obtenir de récoltes abondantes. Sans connaître sous quelle forme le carbone est absorbé par les racines, que cette absorption ait lieu sous la forme de l'acide humique ou sous celle de l'acide carbonique, on sait que la quantité que les plantes en enlèvent au sol est énorme et qu'elle l'aurait bientôt épuisé si l'on n'y remédiait par des moyens artificiels.

L'oxygène et l'hydrogène étant fournis au sol par les phénomènes atmosphériques, nous n'avons pas à rechercher quelle est l'influence absorbante des plantes sur ces agents, qui se renouvellent incessamment et d'une manière irrégulière.

L'azote, quoique moins abondant dans les végétaux que les autres principes organiques, y est cependant contenu d'une manière assez notable, et le sol en renferme une assez faible proportion pour que cet élément fertilisant soit enlevé assez promptement à la terre par les plantes.

Toutes n'en prélèvent pas une quantité aussi grande, et par conséquent elles n'ont pas toutes le même pouvoir appauvrissant.

D'après les expériences de M. Isidore Pierre sur les fourrages, l'azote n'est pas absorbé en même quantité à toutes les époques de la vie du végétal, car dans la plante jeune l'analyse en fournit plus, proportionnellement à la masse entière des composants, que dans la plante qui est arrivée à un degré de développement plus grand ; dans les plantes délicates la proportion est aussi relativement plus considérable que dans les sujets vigoureux appartenant à la même espèce. Enfin, la quantité varie extrêmement suivant les organes

végétal. Dans la luzerne première coupe, par exemple, ce savant a trouvé pour 1 kilogramme de fourrage sec :

	Azote.
Fleurs	37,5 gr.
Feuilles	34,2
Partie supérieure des tiges	19,2
Partie inférieure des tiges	12,4
Fourrage entier	19,0

Dans le froment la quantité contenue dans le grain s'élève de 21 à 29 pour 1,000, tandis que la paille n'en renferme que 4 à 6,5 pour 1,000, et encore la proportion varie-t-elle avec la position de l'échantillon sur la tige; elle augmente en se rapprochant de l'épi.

Les éléments organiques ne sont pas les seuls qui soient enlevés au sol et qui aient besoin de lui être restitués en aussi grande proportion Les *éléments minéraux* y sont également prélevés par les plantes d'une manière assez importante; mais cet appauvrissement semble avoir une influence moindre par suite de la transformation insensible du sol par les agents atmosphériques, qui lui font disposer sous forme soluble et assimilable ses éléments insolubles.

Ce prélèvement des éléments minéraux ne doit pas cependant être négligé en agriculture, car dans des terres peu riches en un des éléments essentiels il sera souvent utile de rétablir la proportion qu'elles en contenaient lorsqu'on les a mises en culture.

Les résultats fournis par l'analyse des végétaux en constatant une proportion assez notable de cendres dans leur composition rend compte de l'importance que peut avoir la composition du sol sur la végétation. Sur 1,000 parties de végétaux secs on a obtenu les quantités de cendres suivantes :

Végétaux.	Quantités de cendres.	Observateurs.
Feuilles de chêne (10 mai)	33	Saussure.
Feuilles de chêne (27 septembre)	55	—
Tiges ou branches écorcées de jeunes chênes (10 mai)	4	—
Écorces des branches précédentes	60	—
Bois de chêne séparé de l'aubier	2	—
Aubier du bois de chêne précédent	4	—
Écorce des troncs de chêne précédents	60	—
Liber de l'écorce précédente	73	—
Chêne (bois)	25	Berthier.
Noisetier (bois)	15,7	—
Tremble (bois)	6	—
Tilleul (bois)	50	—

Végétaux.	Quantités de cendres.	Observateurs.
Bouleau bois	10	Berthier.
Ébène (bois)	16	—
Acajou (bois)	16	—
Sapin (bois)	8,3	—
Prêle (*Equisetum fluviatile*)	230	—
Topinambours (tubercules)	60	Boussingault.
Topinambours (tiges)	28	—
Pommes de terre (tubercules)	40	—
Fanes de pommes de terre	150	Berthier.
Froment (graines)	24	Boussingault.
Froment (paille)	70	—
Foin de prairie	90	—
Regain de foin de prairie	100	—

Comme l'indique ce tableau, la proportion des cendres contenues dans les végétaux varie avec la nature de ceux-ci : la quantité contenue dans les plantes herbacées est bien supérieure à celle que renferment les plantes ligneuses.

Quant à la distribution des éléments minéraux dans les diverses parties de la plante, elle suit une loi conforme aux résultats obtenus par de Saussure cités au commencement de ce tableau, confirmée et généralisée par d'autres analystes, dont les expériences ont été faites sur un grand nombre d'arbres d'essences différentes.

Les matières minérales dans les bois tendent à disparaître à mesure qu'ils vieillissent; les troncs en contiennent moins que les branches, celles-ci moins que les feuilles, l'aubier moins que le cœur de l'arbre, celui-là moins que l'écorce. Dans les feuilles, au contraire, les éléments minéraux semblent se localiser; on voit les feuilles qui arrivent à leur maturité en contenir plus qu'au commencement de leur existence.

Les quantités de cendres varient aussi dans les mêmes espèces végétales avec la nature du sol qui leur a donné naissance; les analyses de Johnston faites, en 1841, sur une même espèce d'avoine venue dans des terrains de nature différente lui ont donné les quantités de cendres suivantes pour 1,000 parties de paille :

Sol gypseux	64
— argileux	78
— grès vert	79
— léger, mais assez riche	88
— granitique d'Aberdeen	96
— calcaire	102

En s'appuyant sur le poids des cendres contenues dans les plantes et sur celui des végétaux produits par un hectare de terrain, M. Boussingault a déterminé la quantité de matières minérales enlevées au sol par les récoltes.

Il a reconnu que cette quantité avait pour maximum 330 kilogrammes dans une récolte de topinambours et 30 kilogrammes pour minimum dans une récolte de pois.

D'après ces chiffres, la restitution des éléments minéraux à la terre est donc aussi importante que celle des éléments organiques, malgré la transformation des composés minéraux insolubles du sol en composés solubles sous l'influence de l'air.

Les éléments principaux de ces cendres sont la silice, le soufre, le phosphore, le chlore, la potasse, la soude, la chaux, la magnésie, l'alumine, l'oxyde de fer et l'oxyde de manganèse; ils ne sont pas tous enlevés en quantité proportionnelle par les plantes de familles différentes, vivant sur le même terrain; dans les unes, l'élément dominant pourra être tout différent de celui contenu dans le végétal voisin; par conséquent, des terrains incapables de fournir à la nutrition de certaines espèces seront très-aptes à l'alimentation de plantes d'une autre famille.

La silice se rencontre surtout dans les équisétacées, les fougères, et dans la paille des graminées, à laquelle elle donne sa rigidité, tandis qu'elle ne fait partie que pour une très-minime quantité de la cendre des rosacées et des amentacées.

Le soufre, élément moins commun des cendres à l'état d'acide sulfurique, se trouve surtout dans les crucifères, les résédacées et les ombellifères.

Le chlore est très-abondant dans les liliacées et se rencontre aussi en proportion assez forte dans les rubiacées.

Le phosphore à l'état d'acide phosphorique fait partie des cendres de tous les végétaux. Parmi les plantes usuelles, ce sont les céréales qui en contiennent le plus. Les cendres des graines de froment en contiennent 47 pour 100, celles des légumineuses près du tiers de leur poids; aussi parmi les composés minéraux l'acide phosphorique est-il un de ceux dont on a le plus besoin de renouveler la masse dans le sol.

La potasse est presque aussi répandue dans les végétaux que l'acide phosphorique; elle forme la moitié environ des cendres des pommes de terre et des haricots.

La soude est bien moins abondante; les plantes marines seules

en fournissent des quantités considérables; en général les plantes terrestres en contiennent fort peu, et les cendres d'un grand nombre d'espèces n'en offrent que des traces.

La chaux est surtout en grande quantité dans les légumineuses, qui semblent rechercher particulièrement les sols calcaires. Leurs cendres en renferment souvent près de la moitié de leur poids.

La magnésie est peu abondante dans les cendres des végétaux; celles de froment, qui sont les plus riches, n'en contiennent guère que 12 pour 100.

L'oxyde de fer, l'oxyde de manganèse, l'alumine sont en général en quantités assez faibles pour pouvoir être négligés sous le rapport de l'appauvrissement que la végétation occasionne à la terre.

La potasse, la chaux, l'acide phosphorique, l'acide sulfurique sont donc les éléments dont le sol s'appauvrit le plus promptement sous l'influence de la culture et ceux qu'il importe le plus de renouveler, la masse qu'en contient la terre arable étant quelquefois très-faible.

Ces causes d'appauvrissement d'un sol fertile doivent être combattues par les moyens que nous avons déjà indiqués, en parlant des terres qui par leur constitution manquent d'un ou de plusieurs des éléments fertilisants. Tandis qu'aux unes il faudra donner ces matériaux seuls, les autres ne pourront conserver leur fertilité qu'autant qu'on leur rendra ce que leur auront enlevé les récoltes qu'elles auront données, et c'est sur ce principe que sont fondés la fumure et l'amendement.

Avant de nous occuper des procédés par lesquels on fume et on amende les terres, nous devons passer en revue les moyens propres à déterminer la quantité des éléments enlevés au sol par les végétaux.

ANALYSE DES VÉGÉTAUX.

Comme dans l'analyse des terres, les éléments à doser dans [illegible] végétaux sont de deux sortes, de nature organique et de nature [illegible]nérale. Dans une plante verte la première chose à déterminer, [illegible] l'eau qu'elle contient. On prend pour cette détermination 1 [illegible] 2 kilogrammes de la plante ou de la partie de la plante que [illegible] veut analyser, triés avec soin et pesés immédiatement après l[illegible] récolte. On les expose à l'étuve chauffée à une température i[illegible]rieure à + 100°, après les avoir fait sécher en partie à l'air. Lorsqu[illegible] ont perdu toute leur partie aqueuse, c'est-à-dire quand dans de[illegible]

pesées successives leur poids n'est plus différent, on les conserve à l'abri du contact de l'air, pour les opérations ultérieures.

Le poids obtenu dans cette dernière pesée étant retranché du poids primitif donne celui de l'eau contenue dans la plante à l'état frais.

Toutes les opérations doivent être faites sur la plante ainsi séchée, qu'elle ait été cueillie verte ou non. Lorsque la plante est ligneuse et d'une certaine dimension, on doit avant de l'exposer à l'étuve la diviser au moyen d'un instrument tranchant.

Si l'on veut doser l'azote dans les plantes, on opérera comme nous l'avons indiqué à l'analyse des terres, lorsque celles-ci ne contiennent pas de nitrates, c'est-à-dire au moyen de la chaux sodée.

Les plantes séchées avant le dosage devront être pilées grossièrement ou, mieux encore, broyées dans un moulin à café. La poudre obtenue par l'un ou par l'autre procédé est mélangée de manière à ce que toutes ses parties soient bien homogènes, et c'est avec 2 grammes de ce mélange qu'on fera le dosage. Les matières organiques sont dosées par différence. On incinère 100 grammes de plante sèche et pulvérisée; les cendres obtenues sont, après la destruction complète de la matière organique, mouillées avec une solution saturée de carbonate d'ammoniaque, chauffées à une température modérée pour volatiliser l'excès du sel et pesées ensuite. Le poids perdu dans l'incinération représente celui des matières organiques. Les cendres sont conservées pour la détermination et le dosage de leurs éléments.

L'acide carbonique se dose comme dans les terres, en décomposant 2 grammes de cendres par l'acide chlorhydrique dans un appareil taré. On doit, en s'en servant, éviter le dégagement des vapeurs de cet acide; à cet effet, le tube à dessécher le gaz ne contient de chlorure de calcium que dans la partie postérieure, la dernière parcourue par le gaz, et on le remplace dans la partie antérieure par du borax fondu.

Le résidu laissé par cette opération est évaporé à sec, repris par l'acide chlorhydrique et de nouveau évaporé. On additionne ensuite d'eau légèrement acidulée. On filtre, et on lave sur le filtre le résidu insoluble, qui représente la silice contenue dans les cendres. On la calcine ainsi que le filtre, et du poids obtenu on déduit celui de la silice qui faisait partie de la plante.

La liqueur débarrassée de la silice est additionnée d'ammoniaque en excès et traitée comme celle qui provient du lavage des terres

pour doser le fer à l'état de phosphate, la chaux à l'état de sulfate, la magnésie et l'alumine.

On dose le chlore et l'acide sulfurique dans 2 autres grammes de cendres. On les fait bouillir dans de l'eau additionnée de 2 grammes de carbonate de soude pur, on évapore à sec, et le résidu est repris par l'eau. La dissolution contiendra les sels alcalins, l'acide sulfurique et le chlore, tandis que les bases terreuses seront devenues insolubles sous l'influence du carbonate de soude. Dans la moitié de la liqueur obtenue, acidulée avec l'acide nitrique, on précipite l'acide sulfurique au moyen du nitrate de baryte, on filtre, on lave le précipité, et dans la liqueur débarrassée de l'acide sulfurique on précipite le chlore au moyen du nitrate d'argent.

Dans la partie restante de la solution avec le carbonate de soude, on dose la potasse. La liqueur est acidulée avec l'acide chlorhydrique, on évapore à sec, on reprend par l'acide chlorhydrique, on évapore de nouveau, on reprend le résidu par l'eau acidulée, on filtre et l'on se débarrasse ainsi de la silice qu'avait dissoute l'alcali. Dans la liqueur ainsi préparée, on dose la potasse au moyen du chlorure de platine, comme il a déjà été dit à l'analyse des eaux de lavage des terres.

La soude se dose dans une troisième portion de cendre traitée par l'acide chlorhydrique pour séparer la silice, et elle est débarrassée de la chaux et de la magnésie par l'oxalate d'ammoniaque, l'ammoniaque et le phosphate d'ammoniaque au besoin. La liqueur ainsi préparée est évaporée à sec, traitée par le chlorure de platine, pour précipiter la potasse; le précipité est lavé à l'alcool, et les lavages sont réunis à la solution filtrée. On additionne ensuite celle-ci de sulfhydrate d'ammoniaque pour précipiter le platine contenu, et la solution est filtrée et évaporée à sec. On essaye alors d'obtenir la soude contenue dans ce dernier résidu à l'état de sulfate de soude cristallisé et de la doser à cet état.

Les divers éléments des cendres d'un végétal étant connus et les matières organiques qu'il renferme l'étant également, il sera facile de déterminer le terrain le plus favorable à sa production.

DES ENGRAIS.

Sous le nom d'engrais on désigne toute substance minérale, végétale ou animale, qui ajoutée au sol en augmente la fertilité, soit en y introduisant un élément dont il était dépourvu, soit en y augmentant la masse des éléments nécessaires à la végétation.

Les engrais ont pour but de remplacer dans une terre fertile les éléments solubles que les récoltes précédentes lui ont enlevés. Les détritus végétaux doivent être les substances qui remplissent le mieux ce dessein, puisqu'ils contiennent exactement ce que le sol a perdu.

En même temps que ces détritus fournissent les éléments minéraux solubles, ils donnent le carbone et l'azote, qui sont essentiels à la fertilité, malgré que les plantes en puisent une partie dans l'atmosphère.

A cette classe de substances qui fournit au sol les moyens de réparer sa fertilité, plus ou moins épuisée par les récoltes, nous adjoignons les corps minéraux, qui, étant en petite quantité ou n'existant pas dans un terrain, complètent sa composition lorsqu'on les y ajoute, transforment sa nature, et le rendent fertile de stérile ou de peu productif qu'il était auparavant.

Ces substances, que l'on a souvent désignées sous le nom d'amendements, ne diffèrent pas dans leur action de celle des engrais proprement dits et ne doivent pas en être séparés, puisque comme eux elles ont pour but de fournir à l'alimentation du végétal.

Nous étudierons donc comme engrais toutes les substances dont le cultivateur dispose pour réparer, conserver ou augmenter la fertilité du sol, quelle que soit leur nature. La chaux, les cendres, la marne sont pour nous des engrais, puisqu'elles concourent à l'accroissement de la production aussi bien que les déjections animales et les détritus végétaux.

Sous le rapport de leur origine et de leur composition, les engrais peuvent être divisés en deux grandes classes :

1° Les engrais minéraux, ou inorganiques ;

2° Les engrais organiques, formés par des matières soit animales, soit végétales, et souvent par la réunion des unes et des autres. Ce genre d'engrais contient d'ailleurs presque toujours des éléments minéraux.

ENGRAIS MINÉRAUX.

Les engrais minéraux sont des matières tirant directement leur source du règne inorganique, qui augmentent la fertilité du sol, en lui fournissant des éléments assimilables par les plantes.

Les engrais, et particulièrement les engrais minéraux, agissent de plus comme corps amendants, car leur présence dans le sol peut en modifier les qualités physiques; et comme ils ne sont généralement absorbés que dans un temps extrêmement long, leur action mécanique, étant prolongée, ne diffère pas de celle des corps amendants non assimilables, tels que le sable quartzeux.

Au premier rang des engrais minéraux il nous faut placer les sels ammoniacaux et les nitrates, qui sont considérés, à cause de l'azote qu'ils contiennent, comme les plus utiles à la végétation et comme devant le plus contribuer à la fertilisation du sol. Ils rentrent un peu dans la classe des engrais organiques, dans lesquels on considère peut-être d'une façon trop absolue la présence de ce gaz, laissant un peu de côté les autres éléments qu'ils contiennent. Les engrais minéraux peuvent se diviser en six classes, suivant le genre d'aliments qu'ils fournissent à la végétation :

1° Engrais calcaires;
2° Engrais alcalins;
3° Engrais sulfatés;
4° Engrais phosphatés;
5° Engrais azotés;
6° Engrais composés.

Cette division n'est pas d'une exactitude rigoureuse, car quelques-uns des engrais qui seront rangés dans les composés azotés pourront appartenir en même temps, par les autres éléments qu'ils contiennent, aux engrais sulfatés ou phosphatés; mais la facilité qu'elle donne pour le classement des nombreux corps qui composent la famille des engrais minéraux nous la fait suivre dans leur histoire chimique.

ENGRAIS CALCAIRES.

Les engrais calcaires destinés à augmenter le calcaire contenu dans le sol et à modifier en même temps la nature physique de celui-ci sont représentés surtout par la chaux et la marne. On doit

leur adjoindre quelques composés moins communs, particuliers à quelques contrées, comme les falues, les coquilles marines, les sables de mer, etc.

Chaux. La chaux est un des principes essentiels des terres fertiles, qui en contiennent toutes, et sans laquelle la végétation ne serait pas possible ; car la chaux est un élément important des cendres des végétaux, et par suite toutes les récoltes en prélèvent au sol.

La proportion enlevée aux terrains par les plantes est quelquefois considérable, d'après les résultats suivants, que M. Boussingault a obtenus dans ses analyses :

Récoltes.		Chaux dans 100 parties de cendres.	Chaux prélevée sur un hectare.
Pommes de terre.		1,8	2,2 kilogr.
Betteraves champêtres. .		7,0	14,0 —
Froment.	Grain. . . .	2,9	0,8 —
	Paille. . . .	8,5	16,6 —
Trèfle.		24,6	76,3 —
Luzerne.		50,0	150,2 —
Colza.		17,1	75,4 —
Pois.		10,1	3,1 —
Haricots.		5,8	3,2 —

Ces nombres prouvent d'une manière évidente que lorsqu'un sol est privé de chaux, on doit nécessairement lui en fournir artificiellement, surtout si l'on veut lui faire produire de la luzerne, du sainfoin et du trèfle.

La chaux employée en agriculture n'est pas différente de celle dont on se sert dans les arts ; son action varie suivant sa composition chimique. En général, la chaux grasse doit être préférée toutes les fois qu'on peut se la procurer facilement ; lorsqu'on ne peut employer que des chaux maigres, on doit tenir compte de la quantité de silice qu'elles contiennent. La chaux hydraulique, qui renferme souvent de la potasse, agit un peu différemment de la chaux grasse, et son action se trouve augmentée de celle de cette base. Lorsqu'on emploie la chaux hydraulique on doit veiller à ce qu'elle soit bien complétement délitée, sans quoi, par la facilité avec laquelle elle forme des sables des mortiers extrêmement longs à se désagréger, elle pourrait introduire à l'intérieur du sol des masses difficiles à attaquer, et alors au lieu d'améliorer la terre elle lui enlèverait ses qualités. Les chaux magnésiennes, agissant avec beaucoup plus d'énergie dans la décomposition des matières

organiques contenues dans la terre, devront être employées avec précaution.

L'action produite par les diverses variétés de chaux est trop différente pour ne pas nécessiter souvent l'analyse de celle dont on veut faire usage. Pour procéder à cette analyse on emploie les mêmes moyens, qu'elle soit crue ou qu'elle soit cuite.

Ayant prélevé l'échantillon avec soin, on le fait sécher à l'étuve à + 100°; lorsqu'il est bien sec on en prend 10 grammes, que l'on traite à froid par l'acide chlorhydrique étendu. Lorsque l'action est terminée, on lave le résidu, on le recueille sur un filtre, on le sèche, on le pèse, et de son poids on conclut celui de la chaux, en considérant la perte comme du carbonate de chaux dans la chaux crue et en comptant comme base dans la chaux cuite toute la partie dissoute.

Si l'on voulait une analyse plus complète, dans la solution chlorhydrique on rechercherait les alcalis qui, comme la potasse et la magnésie, pourraient accompagner la chaux. La première est en général en trop faible quantité pour que sa masse mérite d'être appréciée; il n'en est pas de même de la magnésie, qui quelquefois se rencontre en quantités notables. On la doserait alors comme dans la solution chlorhydrique des terres, en saturant d'abord la liqueur par l'ammoniaque en excès, en précipitant la chaux par l'acide oxalique, et dans la liqueur obtenue on la précipiterait à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien par l'addition de phosphate de soude.

L'action de la chaux se fait remarquer sur les légumineuses fourragères et les céréales. Le trèfle surtout semble rechercher avidement cet aliment. Le blé qui a poussé dans un terrain chaulé a un grain luisant, lourd, arrondi, beaucoup plus riche en farine que celui des blés qui sont venus dans des sols privés de cet élément. Il n'est pas prouvé cependant que la quantité en soit augmentée. La chaux hydraulique, abondante en silicate d'alumine, semble beaucoup plus favorable à la croissance de la paille qu'à celle du grain.

La chaux ne semble propice aux prairies naturelles, qu'autant que celles-ci sont dans de bonnes conditions d'assainissement.

Répandue dans le sol la chaux aide à la désorganisation et à la dissolution de ses éléments organiques et minéraux.

Des matières organiques végétales, après avoir été complétement épuisées par l'eau, ont fourni à Davy, après avoir été quelque temps

en contact avec de la chaux, une nouvelle quantité de matières solubles. Telle est l'action principale de la chaux sur les engrais : elle les décompose et les rend aptes à l'assimilation par la plante. Son action est surtout utile sur les terrains mis nouvellement en culture : elle corrige leur acidité et agit sur les nombreuses matières organiques qu'ils contiennent. En même temps qu'elle décompose celles-ci, elle absorbe et retient entre ses molécules les composés azotés, dont elle empêche ainsi la déperdition dans l'air, et de plus, par sa nature alcaline, elle hâte et favorise leur assimilation.

Dans des terrains très-riches, on ne devra pas abuser de son emploi, car elle les aurait bientôt appauvris. Les gaz dégagés n'étant pas retenus se répandraient dans l'atmosphère, et seraient complétement perdus pour les récoltes.

Cette action désorganisatrice doit aussi éloigner l'épandage de la chaux du moment des semailles, car elle pourrait attaquer la graine et empêcher sa germination ou au moins lui nuire.

Les éléments inorganiques du sol sont attaqués aussi bien que les éléments organiques : d'après Fuchs, lorsque l'on délaye de l'argile plastique dans de l'eau de chaux, on obtient aussitôt un épaississement du mélange qui au bout de plusieurs mois fournira une liqueur se prenant en gelée par l'addition d'un acide ; cette expérience prouve la décomposition sous l'influence de la chaux des silicates insolubles dans l'eau, et par suite la mise en liberté des alcalis qu'ils contiennent ; elle explique parfaitement la fertilisation par la chaux des terrains renfermant des roches feldspathiques ou micacées, lors même que ces terrains contiennent des principes calcaires en certaine quantité.

La chaux vive agit peu de temps à cet état, car par son exposition à l'air ou lorsqu'elle est mêlée au sol, dont l'atmosphère est toujours fortement chargée d'acide carbonique, elle est bientôt transformée de nouveau en carbonate.

Ainsi combinée, son action ne peut cependant être la même que celle qu'elle avait avant sa cuisson, car elle se trouve à un état de division extrême qui favorise sa dissémination dans le sol.

Elle est plus facilement dissoute par l'eau chargée d'acide carbonique, et par suite plus favorablement disposée pour l'alimentation des plantes ; elle est plus apte à absorber les éléments azotés de l'air et à les transformer en nitrates ; elle continue son action neutralisante sur les principes acides du sol.

A ces actions propres à la chaux pure il faut joindre celle des composés qui s'y trouvent mélangés, comme la potasse dans les chaux hydrauliques, les phosphates que le Dr Johnston y a rencontrés quelquefois dans la proportion de plus de 1 ½ pour 100, et les sulfates, dont la quantité va jusqu'à huit millièmes.

La dose de chaux que l'on doit repandre dans les terrains est extrêmement variable, de même que les époques auxquelles on doit la renouveler. L'expérience seule peut donner une règle; la quantité moyenne employée varie entre 3 et 5 hectolitres par an pour un hectare. En général, les terres argileuses et humides en exigent plus que les sols secs et sablonneux.

La chaux avant d'être répandue sur le sol est hydratée; le plus souvent on laisse l'hydratation se faire elle-même : on met la la chaux par tas dans le champ, et lorsqu'elle est bien délitée on la répand sur le sol à la pelle.

Mais cette pratique a pour inconvénient de trop faciliter la transformation de la chaux vive en carbonate, et en cas de pluie de former une bouillie difficile à répandre ensuite. Le plus souvent on la dispose par couches avec de mauvaises herbes arrachées, avec des vases, des engrais verts, ou avec dont elle hâte la décomposition; on recouvre la motte de terre, et l'on a soin de la remuer tous les huit jours, jusqu'à ce que le délitement soit complet. On répand alors sur le sol.

Pour pratiquer facilement cet épandage il faut choisir un temps sec; la chaux est ensuite enfouie par un labour peu profond. Pour être utile, le chaulage demande d'être allié à des fumures abondantes et proportionnelles à la quantité de chaux employée; ces fumures ne peuvent être épargnées que dans les premières années de la mise en culture de terrains riches en principes organiques.

La *chaux provenant des usines à gaz*, et qui a servi à l'épuration de ce combustible, peut être aussi employée avec avantage en agriculture; on a constaté son efficacité égale à celle du plâtre sur les trèfles.

Outre quelques principes empyreumatiques odorants, qui sont sans influence nuisible sur la végétation, la chaux contient du sulfure de calcium, forme sous laquelle, suivant certains physiologistes, le plâtre se transforme dans la terre avant d'agir.

On a reconnu que pour fournir des résultats avantageux elle devait rester quelque temps exposée à l'air avant d'être employée —

Marne. La marne est un mélange en proportions très-variables d'argile et de carbonate de chaux, et qui contient de petites quantités de silice, d'oxyde de fer, de matières organiques, etc. Le mélange de ces corps dans la marne a un aspect tout particulier et des propriétés qui ne sont nullement comparables à celles d'un mélange artificiel, quelque soin que l'on mette à le produire. Les particules de natures différentes sont enchevêtrées les unes dans les autres; les atomes semblent juxtaposés sans intermédiaire. La marne forme pour ainsi dire le passage de l'état de mélange à celui de combinaison.

A ces propriétés on doit attribuer la faculté que possède la marne de se déliter par son exposition au contact de l'air, par suite de l'accroissement considérable de volume que l'influence de l'humidité fait acquérir à l'argile qu'elle contient.

Tantôt les marnes sont très-compactes, et se réduisent à l'air sans laisser de noyau calcaire, tantôt au contraire elles ressemblent à des poudingues formés par des noyaux de carbonate de chaux que la marne a soudés entre eux.

La marne est quelquefois délitée dans les marnières, et s'y trouve par conséquent sous la forme pulvérulente; sa couleur varie depuis le blanc le plus pur jusqu'au jaune plus ou moins rougeâtre, par suite des oxydes de fer qu'elle contient.

Elle se rencontre dans le sol à toutes les profondeurs; rien ne peut indiquer sa présence : lorsqu'elle n'est pas superficielle, des sondages sont toujours nécessaires pour la découvrir.

Ses gisements se trouvent habituellement dans des terrains de sédiment supérieurs aux calcaires jurassiques.

Les marnes sont non-seulement de qualités très-variables, suivant les bancs d'où elles proviennent, mais encore elles changent de composition à mesure que l'on pénètre plus profondément dans la couche. En général, les principes calcaires augmentent dans le même banc avec la profondeur d'extraction.

La marne contient des carbonates de chaux et de magnésie, de la potasse, de l'eau, de l'argile, du sable, de l'ammoniaque et souvent des nitrates; suivant les éléments qui y dominent, on la désigne d'une manière différente.

Les marnes calcaires comprennent toutes celles dans lesquelles le carbonate de chaux représente plus de la moitié de leur poids, le reste étant formé par de l'argile ou par un mélange de sable et d'argile; telles sont les marnes de Gaussan (Gers), qui contiennent

67 pour 100 de carbonate calcaire, et celles de Leugny (Yonne), dont l'analyse a fourni à M. Payen les résultats suivants :

Eau	13
Partie insoluble dans l'acide chlorhydrique (sable et argile)	120
Alumine et oxyde de fer	15
Carbonate de chaux	800
Chlorures alcalins	18
Perte et matières organiques	34
	1,000
Azote pour 1,000	1,62

Les marnes argileuses contiennent au plus moitié de leur poids de carbonate calcaire, et au moins 10 pour 100; l'argile s'y trouve au moins dans la proportion de 10 pour 100, le reste est formé de sable et de corps de diverses natures.

Les marnes siliceuses contiennent moins de 50 pour 100 de calcaire et de 25 à 75 pour 100 de sable. Le reste est formé par de l'argile.

Les marnes magnésiennes et gypseuses sont assez rares; elles doivent leur nom à la magnésie carbonatée et à la chaux sulfatée qu'elles contiennent, dans une proportion supérieure à 5 pour 100. Les marnes magnésiennes se reconnaissent facilement à l'aspect laiteux qu'elles donnent à l'eau qui séjourne à leur surface.

La marne étant composée souvent en grande partie de noyaux calcaires indélitables et cependant de même composition que la partie friable, qui est spécialement la partie active, il est nécessaire de joindre l'analyse mécanique à l'analyse chimique des marnes.

On procède à l'an alyse mécanique de la marne en plongeant dans l'eau un kilogramme de marne exposée depuis longtemps aux influences climatériques, laissant digérer une heure agitant et décantant.

On renouvelle cette opération jusqu'à ce que l'eau redevienne claire immédiatement après l'agitation; on recueille alors les parties restées dans la terrine, on les fait sécher et on les pèse, les parties entraînées étant les seules actives : la différence entre le poids primitif et celui des résidus indique la proportion qui en est contenue dans la marne, et par suite sa valeur.

On recueille la partie entraînée par les eaux et on la soumet à

l'analyse chimique, en employant des procédés tout à fait semblables à ceux que l'on pratique dans l'analyse des terres.

M. Masure a proposé un moyen d'analyse mécanique de la marne qui permet de se passer complétement des opérations chimiques pour l'appréciation de ses qualités.

Ce procédé consiste à prendre un échantillon bien choisi de un kilogramme. On le laisse vingt-quatre heures dans l'eau, pour le délayer, en ayant soin de remuer souvent. On le jette ensuite dans une passoire en toile métallique dont les mailles ont un demi-millimètre de côté. On lave la partie restée sur la passoire en agitant avec la main sous un filet d'eau. Dix ou douze litres de liquide suffisent. On sèche ensuite les fragments que l'eau n'a pas entraînés, on les pèse et on les examine.

Les eaux de lavage, lorsqu'elles se sont éclaircies par le repos, sont décantées, et les dépôts réunis dans une assiette sont séchés à l'air, puis à l'étuve à + 100°.

On prend 10 grammes de matière sèche; on les délaye dans l'eau et on les lave dans l'appareil fig. 678. Les matières entraînées par l'eau sont recueillies sur un filtre taré, sechées et pesées. On les reprend ensuite par l'acide chlorhydrique étendu, et on lave le résidu, qui est séché de nouveau et pesé. La différence constatée entre les poids de deux pesées représente le carbonate de chaux contenu dans les 10 grammes de matière délitable.

Dans la liqueur chlorhydrique on verse de l'ammoniaque en excès, et le phosphate de chaux est précipité; on le recueille et on le pèse, après l'avoir séché à + 100°. Dans les résultats on devra tenir compte de l'état du phosphate ainsi desséché, car il ne représente que les trois quarts de son poids de phosphate calciné. On peut doser de même le carbonate de chaux dans les parties plus grossières qu'on a séparées par la lévigation.

Par cette suite de ces opérations on obtient : 1° le poids des matières grossières, 2° le poids des matières ténues, celui des deux parties composant celles-ci séparées par la lévigation, suivant leur état de division plus ou moins grand, et 3° le poids du carbonate de chaux et même du phosphate de chaux contenus dans chacune de ces parties.

L'azote dans les marnes doit être nécessairement dosé à l'état gazeux, car il s'y rencontre en partie sous forme de nitrates; sa quantité est assez variable : elle s'élève quelquefois à plus de 9 pour 1,000. Dans différentes analyses qu'il a faites, M. Boussingault a

trouvé les proportions suivantes de nitrates ramenés à l'état de nitrate de potasse par kilogramme de marne :

Marne blanche de Louzouer (Loiret) . . .	0,004
— de la butte Chaumont (Seine). . .	0,015
— de Meudon (Seine).	0,009

Les marnes agissent de deux manières, mécaniquement en modifiant les qualités du sol, et aussi chimiquement.

Suivant sa composition, la marne est plus ou moins avantageuse dans tel ou tel sol. Les marnes siliceuses diminuent la ténacité des terres argileuses froides ; elles favorisent l'égouttement des eaux et rendent les terres plus perméables à l'air et à la chaleur. Les marnes argileuses donnent du corps aux terrains siliceux, mais elles ne doivent y être répandues qu'après leur entier délitement, toujours fort long à se produire. Les marnes calcaires enfin agissent surtout chimiquement, par leur carbonate de chaux, qu'elles introduisent sous une forme avantageuse dans les terres qui en sont dépourvues.

Comme la chaux, la marne agit en même temps sur la végétation et sur les composants du sol ; elle fournit aux plantes le principe calcaire, et favorise la transformation des engrais en principes assimilables. Exposée à l'air, elle se charge de bicarbonate de chaux soluble et aussi d'une quantité notable de nitrates. Ces sels solubles, joints à l'azote et aux phosphates que la marne contient, rendent raison de son action fertilisante énergique.

On procède au marnage comme au chaulage : on dispose la marne dans le champ, en petits tas équidistants, avant l'hiver, pour qu'elle ait plus de temps pour se déliter et parce que les froids favorisent cette transformation. Au printemps, lorsqu'elle est bien délitée, on la répand à la pelle et on l'enterre par un labour peu profond précédé d'un hersage.

Souvent, comme la chaux, on ne répand la marne que mélangée à des débris organiques, qu'on a laissés se décomposer à son contact dans des meules formées par des couches successives de marne et de ces matières. Nous aurons plus tard à examiner son emploi comme litière, en nous occupant des engrais organiques.

La dose à employer dans les terres est extrêmement variable ; en effet, elle tient à la nature du sol, à celle de la marne, et au temps plus ou moins long qu'on laisse écouler entre deux marnages successifs ; en général la quantité est bien supérieure à celle que les plantes absorbent ; dans la plupart des cas elle paraît trop considérable -

On doit rapprocher de la marne le *sablon calcaire*, fort commun en Bretagne : c'est un dépôt calcaire très-friable, appartenant au terrain tertiaire. Il renferme environ 60 à 70 pour 100 de carbonate de chaux, une petite quantité de phosphates, de l'argile et du sable. Exposé à l'air, il perd le peu de compacité qu'il a au moment de son extraction. Son action est analogue à celle de la marne, et on l'emploie avec avantage dans les terres fortes et schisteuses, soit seul, soit mélangé à des matières organiques. La quantité annuelle nécessaire est de 20 hectolitres par hectare.

Faluns. Les faluns sont des bancs de coquilles fossiles friables, composées en grande partie de carbonate de chaux et renfermant souvent des phosphates. Dans les pays où on les exploite, les faluns tiennent lieu de la marne et la remplacent dans la culture.

Les falunières se rencontrent en France dans les régions de l'ouest, dans les départements de la Loire-Inférieure, de Maine-et-Loire, de la Gironde et des Landes; mais le banc le plus considérable que l'on connaisse est situé dans le département d'Indre-et-Loire, sur les cantons de Loches et de Sainte-Maure. Il s'étend sur une longueur de vingt kilomètres de l'est à l'ouest, et n'a pas une largeur moindre de huit kilomètres; il occupe le territoire des communes situées entre Bossé, Sainte-Catherine de Fierbois, Louans et Mantelan. Son épaisseur est assez variable et ne dépasse pas 5 mètres.

Ces couches sont placées entre deux bancs d'argile. Dans quelques localités elles affleurent le sol et sont déposées sur des bancs schisteux.

Les coquilles qui composent ces bancs se délitent en partie lorsqu'elles sont exposées à l'air, et quelques-unes seules restent intactes.

Presque entièrement formés par du carbonate de chaux, les faluns contiennent encore des phosphates de chaux et de magnésie, du fluorure de calcium, des matières organiques. Ces résultats n'ont pas lieu d'étonner, car souvent on y a rencontré des restes de grands sauriens antédiluviens.

L'analyse des faluns de Mantelan a donné à M. Isidore Pierre les résultats suivants :

Carbonate de chaux.	68,5
Silice argileuse.	25,5
Alumine et oxyde de fer.	1,6
Phosphate de chaux.	0,3
Magnésie, matières organiques et autres	4,1
	100,0

MM. Moride et Bobière ont trouvé dans ceux de Cléons (Loire-Inférieure) :

Carbonate de chaux.	71,2
Silice.	14,0
Alumine et oxyde de fer. .	0,7
Sels solubles.	5,3
Matières organiques. . . .	0,4
Magnésie et perte.	8,4
	100,0

Après qu'ils ont été délités par un séjour prolongé à l'air, les faluns peuvent être analysés par le même procédé que M. Masure a indiqué pour la marne, ou bien par les procédés d'analyse chimique des terres.

Les opérations du falunage sont identiques à celles du marnage; les proportions qu'on en répand sur les terres varient avec la composition des bancs et les localités; la dépense annuelle moyenne par hectare est d'environ 20 hectolitres. Indépendamment des faluns, on rencontre assez souvent des bancs d'une plus ou moins grande étendue de coquilles de formation plus récente qui pourraient être employées avec avantage comme source de principe calcaire.

Coquilles marines. Les coquilles de formation contemporaine que les vagues roulent et déposent sur la plage sont aussi employées comme engrais.

Il y a une distinction importante à faire dans leur mode d'emploi et dans leur valeur, suivant qu'elles contiennent ou non les animaux auxquels elles servent de demeure. Les coquilles pleines rentrent en partie dans les engrais d'origine organique; leur emploi peut être assimilé à celui d'un compost formé de matières organiques et de carbonate de chaux.

Elles doivent être employées en nature, soit directement enterrées dans le sol, soit après avoir fermenté mélangées à des matières d'origines diverses.

Leur action est surtout due à l'animal qu'elles contiennent, car elles se délitent trop lentement à l'air pour pouvoir être considérées comme une source de carbonate de chaux.

Cette raison fait que l'on n'emploie jamais en nature les coquilles vides, qui sont surtout recherchées comme source de calcaire; tantôt on les pulvérise, tantôt on les calcine. La pulvérisation doit être préférée, car dans les coquilles récentes on rencontre tou-

jours de petites quantités de matières organiques que le feu détruit.

On les emploie soit en les répandant seules sur le sol, soit en les mélangeant aux engrais; elles sont surtout avantageuses dans les terrains argileux et humides, dont elles favorisent l'égouttement et qu'elles ameublissent.

Les principales espèces dont on fait usage appartiennent aux genres huître, moule, pourpre, buccin, etc., etc. On y trouve souvent mélangés les débris testacés d'oursins, d'anémones, etc.

Les coquilles d'huître fraîches contiennent :

Carbonate de chaux.	98,1
Phosphate de chaux.	1,2
Matière organique azotée.	0,5
Matières diverses.	0,2
	100,0
Azote pour 100.	0,4

d'après MM. Boussingault et Payen, qui n'en ont trouvé dans les coquilles sèches roulées que 0,052 pour 100.

Ces mêmes coquilles sèches ont fourni à MM. Moride et Bobière pour 100 :

Carbonate de chaux.	93,0
Phosphate de chaux, alumine, oxyde de fer. . .	1,5
Sels solubles divers.	2,9
Matières organiques azotées.	0,3
Silice, matières diverses.	2,3
	100,0

La composition des coquilles d'oursin est un peu différente : M. Besnou les a trouvées formées de

Carbonate de chaux.	71,0
Phosphate de chaux.	2,0
Matières organiques azotées.	4,1
Eau avec traces de sels solubles de la mer. . .	22,9
	100,0

L'analyse des coquilles marines se fait sur un mélange représentant, le plus exactement possible, la composition moyenne. On pulvérise l'échantillon prélevé. On dose dans la poudre desséchée à l'étuve l'azote s'il y a lieu par la chaux sodée, les matières organiques par la calcination, et enfin les matières minérales comme dans les terres.

Merl. Le merl est une substance calcaire que l'on rencontre sur les côtes de la Bretagne, à Quimper, à Morlaix, à Belle-Isle-en-Mer et sur celles d'Angleterre, dans le Cornwall et le Devonshire.

Les bancs les plus étendus sont ceux de Morlaix, dont la surface est quelquefois de plus de 60 mètres; ils se trouvent en général à une profondeur de 10 ou 15 mètres sous l'eau.

Le merl a l'aspect d'une concrétion dure, mamelonnée, à ramifications vermiculaires; sa couleur varie du gris au blanc rosé; suivant sa nuance, on le désigne sous les noms de merl blanc et merl rose.

La production du merl est due aux polypiers lithophytes et principalement au *millepora calcarea*, dont il semble être l'excrétion. Il est toujours mélangé à des débris de coquilles. Les quatre cinquièmes de son poids sont formés de carbonate de chaux. Sa composition d'ailleurs varie un peu, et quelquefois la proportion du composé calcaire n'est pas supérieure à la moitié.

D'après M. Isidore Pierre les merls de Morlaix et de Belle-Isle sont formés de :

	Merl blanc, de Morlaix.	Merl rose, de Morlaix.	Merl rose de Belle-Isle.
Matières organiques.	4,40	1,20	7,75
Sels solubles dans l'eau.	1,35	0,20	2,15
Oxyde de fer et alumine. . .	3,60	1,90	3,60
Carbonate de chaux.	55,65	71,60	76,00
— de magnésie.	traces	traces	traces
Sable et argile.	33,00	18,25	3,60
Eau et perte.	2,00	6,85	6,90
	100,00	100,00	100,00

Ceux des Côtes du-Nord ont donné à M. Rivot les résultats suivants :

	n° 1.	n° 2.	n° 3.	n° 4.
Silice.	3	4	5	7
Alumine.	5	3	8	5
Carbonate de chaux.	80	82	75	80
— de magnésie.	6	4	8	2
Oxyde de fer.	traces	1	traces	2
Eau et perte.	6	6	4	4
	100	100	100	100

MM. Payen et Boussingault ont reconnu que le merl contenait 0,[illegible] pour 100 d'azote.

Comme on le voit, c'est surtout au carbonate de chaux que

merl doit son action fertilisante. Avant d'employer cette substance on la laisse quelque temps exposée en tas à l'action des agents atmosphériques, qui la débarrassent de l'eau de mer dont elle était souillée : exposition qui ne doit pas être trop prolongée, car à la longue l'eau en entraînant le carbonate de chaux, le plus soluble et le plus divisé, fait perdre au merl ses propriétés fertilisantes. Il ne faut pas non plus l'employer frais, car alors ses effets seraient nuisibles. On le répand dans les champs seul et plus souvent mélangé à des engrais organiques.

Trez. Le trez est un sable calcaire, que l'on rencontre dans l'Océan le long des côtes de Bretagne, particulièrement dans les arrondissements de Morlaix et de Brest.

Sa composition est extrêmement variable, et c'est principalement au carbonate de chaux qu'il contient qu'on doit attribuer les résultats avantageux de son emploi en agriculture. La quantité qu'il en renferme est extrêmement variable et s'élève quelquefois aux trois quarts de son poids. Le sable avec le calcaire carbonaté forme presque entièrement la composition du trez; c'est à peine si les autres substances que l'on y rencontre, matières organiques, oxyde de fer, argile, phosphate de chaux, sels solubles, etc., en forment la dixième partie. MM. Payen et Boussingault ont aussi trouvé dans le trez de Roscoff 0,14 pour 100 d'azote.

Avant de répandre le trez sur la terre il est essentiel que son exposition à l'air lui ait fait perdre les sels solubles qu'il emprunte à la mer. Cependant on ne doit pas non plus prolonger trop longtemps cette exposition, car le trez y perdrait en grande partie ses principes fertilisants, ainsi que l'indiquent les résultats des analyses de Vitalis, exécutées d'abord sur du trez au moment de son plus grand pouvoir fertilisant, c'est-à-dire, selon l'expression du pays, sur du *trez vif*, et plus tard sur ce même trez après qu'il avait été appauvri par une exposition continue à l'air et désigné alors sous le nom de *trez mort*.

	Trez vif de Morlaix.	Trez mort de Morlaix.
Matières organiques. . . .	4,1	3,4
Carbonate de chaux.	65,0	48,5
Oxyde de fer.	0,6	0,1
Argile.	4,0	3,5
Sable micacé.	20,3	40,0
Eau.	6,0	4,5
	100,0	100,0

Comme on le voit, c'est par la perte d'une partie des matières organiques, et surtout par celle d'une portion du carbonate de chaux, que le pouvoir fertilisant du trez se trouve diminué. Il est donc logique d'attribuer à ce carbonate les bons effets du trez, d'autant plus que la partie enlevée par les eaux est la plus déliée, la plus facilement attaquable par les agents atmosphériques et dès lors la plus assimilable par les végétaux.

Tangue. Nous rattachons à cette classe de corps, malgré sa composition, beaucoup plus complexe, la tangue, ou cendre de mer.

La tangue est une sorte de vase que l'on rencontre le long des côtes de la Normandie et de la Bretagne en bancs fort rapprochés et d'une étendue assez considérable, principalement à l'embouchure des rivières, où elle forme un banc analogue aux deltas des grands cours d'eau.

La tangue doit son origine à la mer, et les dépôts amenés par les eaux douces paraissent, d'après sa composition, devoir y entrer pour une bien petite partie, si tant est même qu'ils s'y rencontrent.

La tangue emprunte à cette origine le calcaire qu'elle contient quelquefois en quantité assez considérable, qui s'y rencontre sous forme de débris de coquilles plus ou moins ténus unis à de l'argile, à des débris de roches de natures très-variées et à des détritus organiques, dont les mollusques océaniens semblent composer la presque totalité.

La tangue doit à la nature particulière de son calcaire, d'une exfoliation et d'un délitement faciles à l'air, la propriété d'augmenter de volume par son exposition prolongée à son contact.

La composition des tangues est très-variable et en même temps assez complexe, ainsi que le démontrent les résultats des analyses auxquelles M. Isidore Pierre a procédé et dont nous relatons quelques-unes ici :

	Pour	1,000 parties en poids.	
	Lessay.	St-Malo.	Brevands.
Matières combustibles ou volatiles.	33,9	69,0	32,5
Chlore.	9,2	5,5	0,1
Acide sulfurique.	4,1	6,6	traces
Acide phosphorique.	2,8	5,7	1,2
Carbonate de chaux.	521,2	252,3	234,5
Magnésie.	1,6	8,7	2,7
Soude et potasse solubles. . .	11,3	10,6	traces

	Pour Lessay.	1,000 parties en poids St-Malo.	Brevands.
Silice soluble.	traces	5,1	traces
Alumine, oxyde de fer et c. solubles à froid dans les acides. .	3,5	3,0	3,1
Sable et argile.	411,0	630,5	727,6
Azote pour 1,000 de matière sèche.	1,37	1,62	0,40

Comme on le voit, la composition des tangues est loin d'avoir quelque uniformité, et il est assez difficile de désigner sûrement le principe fertilisant qui y domine. Cependant dans l'emploi on préfère celles qui sont le plus riches en principes calcaires; mais aussi on doit observer que ce sont celles où en général dominent les principes organiques et les matières minérales solubles. Comme les autres engrais de mer, la tangue ne s'emploie qu'après quelque temps d'exposition à l'air; comme eux, si elle était répandue fraîche sur les terrains, elle y brûlerait les récoltes et les rendrait par là pour quelque temps improductifs.

La tangue convient surtout dans les terrains dépourvus de principes calcaires; en même temps qu'elle les leur fournit, elle leur apporte ses autres éléments, dont la présence permet jusqu'à un certain point de diminuer la quantité d'engrais qu'on ajoute, et la proportion assez importante d'azote qu'elle renferme l'a fait quelquefois employer comme source d'azote, à la place de matières organiques.

La *vase de mer* a la plus grande analogie avec la tangue, et n'en diffère que par l'état de désagrégation plus grand des matières qui entrent dans sa composition. En général la proportion de sable y est plus faible tandis que celle d'argile y est plus forte.

Les procédés d'analyse de ces substances ne diffèrent pas de ceux qui sont employés dans l'analyse des terres proprement dites; le procédé de lévigation ascensionnel peut être très-avantageux dans certains cas pour la détermination de la valeur pratique des éléments composants.

ENGRAIS ALCALINS.

Sous le nom d'engrais alcalins on désigne ceux dont l'action principale est due à la potasse ou à la soude qu'ils contiennent.

Nous rangerons dans cette classe les carbonates de potasse et de soude, le chlorure de sodium et les engrais chimiques que l'on a

préparés dans le but de présenter aux plantes les silicates dans un état facilement assimilable.

La petite quantité de potasse et de soude que l'on rencontre dans les différents terrains, la proportion assez considérable que les plantes en absorbent doivent nécessairement faire considérer les engrais alcalins comme des éléments qu'il faut souvent renouveler dans le sol.

Potasse. Les fumiers en général restituent à la terre la masse de potasse que lui enlèvent les récoltes, et si dans des cas exceptionnels la quantité n'était pas en proportion, ce serait aux cendres qu'il faudrait s'adresser plutôt qu'au carbonate de potasse, dont le prix est assez élevé pour en restreindre toujours extrêmement l'emploi.

Les quelques expériences dont le carbonate de potasse a été le sujet ont d'ailleurs prouvé son avantage comme engrais.

Les carbonates de potasse du commerce variant extrêmement dans leur composition, il serait bon toutefois avant d'en faire usage de déterminer par un essai alcalimétrique la valeur exacte de celui que l'on emploie.

Soude. La soude, quoiqu'on ait pu pour la culture la substituer quelquefois à la potasse, est beaucoup plus rare dans les terrains, et sa substitution n'est pas toujours avantageuse aux végétaux.

Les deux principaux sels que l'agriculteur peut utiliser comme source de soude sont le carbonate de soude et le chlorure de sodium. Le premier, essayé quelquefois, n'a pas donné de résultats bien certains. Le chlorure de sodium, qui a été souvent expérimenté, n'est pas non plus regardé comme avantageux par tous les agriculteurs; par son absorption en nature par les végétaux il ne semble pas agir d'une manière favorable; mais son action serait toute différente s'il se trouvait dans les conditions convenables pour se transformer en composés d'un autre ordre. S'appuyant sur ce qu'un mélange de sable et de carbonate de chaux humecté de chlorure de sodium se couvre bientôt d'une couche efflorescente de carbonate de soude, quelques praticiens ont cru y voir la raison de la valeur du chlorure de sodium répandu sur les terres. Suivant eux, il ne serait avantageux que dans les terrains calcaires.

Quoi qu'il en soit, à dose un peu élevée il est toujours nuisible; son utilité ne peut réellement exister que pour les terrains qui en sont tout à fait privés : on doit donc être très-prudent dans son emploi.

Silicates alcalins. La quantité assez considérable de silice que quelques plantes contiennent a fait rechercher le moyen de four-

nir cette substance aux récoltes en quantité plus grande, soit en l'introduisant dans le terrain combinée aux alcalis formant un sel qui fournirait en même temps ceux-ci à la plante, soit en faisant subir au sol des opérations qui ont pour but de rendre plus attaquables par les agents atmosphériques les roches silicatées dont il est formé.

Le principal de ces systèmes, dû au major Beatson, consiste à brûler les argiles dans des fours ; il a pour résultat de favoriser la dissolution de l'argile dans l'eau chargée d'acide carbonique, et par suite de présenter ses alcalis et l'acide silicique aux racines des plantes sous une forme assimilable. Cette opération, utile spécialement lorsque l'argile contient des bases alcalines solubles, ne peut, à cause de l'élévation de son prix de revient, être avantageuse que lorsque ces bases sont en assez grande quantité.

Les silicates naturels à l'état pulvérulent ont été souvent répandus avec avantage dans les champs ; mais comme ils n'ont été employés qu'après un séjour plus ou moins long comme ferrement sur des routes, peut-être faut-il attribuer en grande partie leur propriété fertilisante aux éléments organiques qui s'y sont accumulés par suite du passage fréquent des animaux.

Les silicates solubles de potasse et de soude ont été essayés comme aliments pour la végétation ; leur emploi n'a pas produit les effets que l'on en attendait. En général, on les a employés mélangés à des substances en proportions telles qu'ils devaient représenter exactement les cendres de la récolte qu'ils étaient destinés à produire. Les résultats ont été nuls, et l'emploi du silicate de potasse seul n'en a pas donné de plus favorables.

ENGRAIS SULFATÉS.

Les éléments sulfatés sont fournis au sol particulièrement par le sulfate de chaux, ou plâtre ; on les a empruntés aussi aux sulfates de potasse, de soude, de magnésie ; enfin, ils sont fournis à certains composts par le sulfate de fer qu'on emploie à leur désinfection.

Sulfate de chaux. Le plâtre n'est pas un aliment essentiel à tous les végétaux ; son action n'est efficace qu'autant qu'il est mélangé à des engrais de nature organique. Les légumineuses en général, la luzerne, le trèfle, le sainfoin, les vesces, les pois, les haricots ; les crucifères, le choux, le colza, la navette et aussi le chanvre, le lin, le sarrazin, le tabac sont les végétaux sur lesquels son action fertilisante semble être plus énergique. Les prairies naturelles et toutes

les graminées n'en obtiennent aucun résultat favorable ; cependant dans des terres très-chargées en matières humiques et pauvres en carbonate de chaux, il a augmenté la récolte du blé. Il n'agit pas de même non plus dans tous les sols, et la composition des terres sur lesquelles il est favorable ne diffère souvent pas de celle du terrain où il n'a produit aucun résultat.

Le plâtre s'emploie à des doses qui varient entre 200 et 1,000 kilogrammes par hectare ; on le répand au printemps, lorsque la plante a déjà poussé quelques feuilles. Quelques praticiens recommandent de le faire lorsque les feuilles sont mouillées, soit par la rosée, soit par la pluie ; d'autres, au contraire, recommandent de le répandre lorsqu'elles sont sèches. Dans l'un et l'autre cas, ses effets semblent être à peu près les mêmes. On doit rechercher un temps humide, qui favorise beaucoup son action, et l'époque de son emploi varie avec les pays ; quelquefois le plâtrage a lieu à l'automne. En général, il se fait en répandant simplement la poudre sur le sol ; mais on augmente considérablement ses effets en l'incorporant en partie au sol avec la semence et en répandant ensuite le reste comme à l'ordinaire, au printemps suivant. Les effets du plâtre ne se font sentir qu'autant que la terre est riche en principes nourriciers ; en cas contraire, on doit proportionner la quantité qu'on en emploie à celle des éléments fertiles, sans quoi le sol serait bientôt épuisé, le plâtre agissant autant sur eux pour les rendre propres à être assimilés que directement sur le végétal. En agriculture le plâtre s'emploie tantôt cuit, tantôt cru ; sous l'un ou l'autre état il est préalablement pulvérisé avant d'être répandu. Les opinions sont partagées sur l'état sous lequel il est le plus favorable.

Le plâtre est souvent falsifié par l'addition de sable et particulièrement de carbonate de chaux ; il est donc important de pouvoir déterminer facilement sa pureté. Le plâtre naturel ne contient jamais plus de 15 pour 100 de matières étrangères, et le plus souvent même on peut l'attribuer à une fraude lorsqu'on en trouve autant.

Pour procéder à l'essai d'un plâtre, on en prend 1 kilogramme dans les diverses parties du tas, et sur ce kilogramme bien mélangé on en prélève une petite quantité, que l'on pulvérise avec soin dans un mortier d'agate.

On pèse 5 grammes de cette poudre, et on les traite à chaud dans un matras avec un mélange formé de 200 grammes d'eau et de 50 grammes d'acide chlorhydrique.

Si le plâtre est pur, il se dissout complétement ou à peu près

sans produire d'effervescence ; si, au contraire, il est mélangé de sable ou d'argile, il laisse dans le matras un résidu qui lavé, desséché et pesé, donne la proportion qu'il contient de ces corps, et par suite le poids de plâtre pur qu'il représente.

Le plâtre peut être falsifié par une addition de carbonate de chaux, ce qui se reconnaît facilement à ce que la dissolution s'opère avec dégagement de gaz. Pour reconnaître la quantité de plâtre contenue alors dans l'échantillon, on le traite comme précédemment : on prend les liqueurs, on y ajoute les eaux de lavage du résidu s'il y en a, et la solution étant portée on dose l'acide sulfurique en le précipitant au moyen d'une solution de chlorure de baryum, qu'on ajoute tant qu'il se forme du précipité. Le sulfate de baryte obtenu est recueilli sur un filtre, lavé, séché et pesé. De son poids on déduit celui du plâtre contenu dans l'échantillon, sachant qu'un gramme de sulfate de baryte représente 74 centigrammes de plâtre cru, ou bien 83 centigrammes de plâtre cuit, suivant que l'on a opéré sur du plâtre à l'un ou à l'autre de ces états.

Les bons effets du plâtrage ont été expliqués de façons bien différentes ; toutes celles qui s'appuient sur l'action de l'acide sulfurique ne semblent pas répondre aux résultats que l'on obtient. La théorie de M. Boussingault, qui attribue à la chaux l'action énergique du plâtrage sur la végétation, semble répondre plus complétement aux faits.

D'après ce savant expérimentateur, le sulfate de chaux, au lieu d'être assimilé directement, éprouve en présence des matières organiques qu'il rencontre dans le sol, une décomposition qui a pour résultat de le transformer en carbonate de chaux ou en tout autre sel beaucoup plus assimilable que lui, tandis que l'acide sulfurique est assimilé au moins en partie.

Cette théorie s'applique parfaitement aux résultats obtenus par l'emploi du plâtre dans les terrains non calcaires, et son auteur explique l'anomalie de son action sur les terrains calcaires en considérant le sulfate de chaux comme un sel beaucoup plus assimilable que le carbonate et par conséquent comme une source de calcaire plus à portée de la plante.

Pour se convaincre de cette assimilation de la chaux sous une forme autre que combinée à l'acide sulfurique, il suffit de consulter le tableau suivant dressé par M. Boussingault, tableau qui donne gain de cause à sa théorie, en montrant qu'il n'y a aucun rapport entre la chaux et l'acide sulfurique contenus dans les cendres des plantes et enlevés par une récolte sur un hectare de terre :

NATURE DES RÉCOLTES.	Acide sulfurique.	Chaux.	Chaux nécessaire pour transformer l'acide en sulfate de chaux.
Pommes de terre.	8,8 kil.	2,2 kil.	6,2 kil.
Betteraves champêtres.	3,2	14,0	2,2
Navets	5,9	5,9	4,1
Topinambours.	7,3	7,6	5,1
Graine et paille de froment. . . .	2,3	17,4	1,6
Graine et paille d'avoine.	3,1	7,0	2,2
Trèfle.	7,7	76,3	5,4
Pois.	1,5	3,1	1,0
Haricots.	0,7	3,2	0,5
Fèves.	1,0	3,2	0,7

Le résultat le plus différent s'applique à la récolte la plus sensible à l'action du plâtre, au trèfle. De plus, des trèfles plâtrés et non plâtrés la même année ne lui ont pas fourni de différence pour la quantité de sulfate de chaux enlevée sur un hectare, tandis que la quantité de chaux enlevée par ces deux récoltes est extrêmement différente, puisque le trèfle plâtré enlève de 80 à 105 kilogr. par hectare, tandis que la récolte de trèfle sur un terrain non plâtré n'en contient que 28 à 35 kilogrammes.

Le plâtre n'est pas toujours répandu en nature sur la terre; il est avantageux de le mélanger aux fumiers, dont il retient en partie les gaz ammoniacaux.

Ainsi employé son action a été sensible dans les céréales, et les récoltes de légumineuses fourragères qui ont succédé en ont aussi ressenti complétement l'influence.

Quelquefois on remplace avec avantage le plâtre cru ou cuit par les plâtras provenant de démolitions; en effet, au sulfate de chaux qu'elles contiennent ces matières joignent des nitrates, qui augmentent considérablement leur influence.

En général, les plâtras sont un mélange formé par

des carbonates de chaux,
— de magnésie,
des nitrates de potasse,
— de chaux,
— de magnésie,
des chlorures de potassium,
— de sodium,
— de calcium,
— de magnésium,

et des matières organiques.

La partie soluble qu'ils abandonnent à l'eau est formée de :

Nitrate de potasse et chlorure de potassium	10
Nitrates de chaux et de magnésie.	70
Chlorure de sodium.	15
Chlorures de calcium et de magnésium. . . .	5
	100

Cet engrais semble surtout favorable aux betteraves, et aux prés humides, sur lesquels son action paraît se prolonger pendant un temps assez long.

Sulfates de potasse, de soude, de magnésie, etc. Le sulfate de potasse a produit de bons effets sur le sainfoin, mais son prix élevé en a empêché jusqu'ici l'emploi en agriculture.

Le sulfate de soude a été employé quelquefois avec non moins d'avantage sur les trèfles et les luzernes semés dans des terres riches en débris organiques. Son bas prix pourrait peut-être quelquefois le faire substituer au sulfate de chaux, dont il reproduit en partie les effets, quoique son élément actif semble tout différent.

Le sulfate de magnésie a sur le trèfle et les pommes de terre une action tout à fait analogue à celle du plâtre; c'est principalement à sa base, qui est une partie constante des cendres des végétaux, qu'il paraît devoir son influence. Le sarrasin est assez indifférent à sa présence.

L'alun a été aussi employé comme engrais : il a produit de bons effets, particulièrement sur les vignes; mais dans la relation des expériences qui ont été faites on a négligé d'indiquer si l'alun employé était à base de potasse ou à base d'ammoniaque. Cette dernière composition, qui semble la plus probable, aujourd'hui que les aluns à base de potasse sont extrêmement rares, pourrait rendre raison de cette action spéciale que l'on a dit être extrêmement énergique. Cependant son alumine peut n'être pas sans influence, car les juliennes, les œillets, qui se plaisent surtout dans les terrains alumineux, en ont ressenti aussi les bons effets.

Acide sulfurique. Lorsqu'on attribuait à l'acide sulfurique l'action énergique du plâtre, on a proposé l'emploi de cet acide pour le remplacer dans les pays éloignés de plâtrières. Les essais faits sur les terrains calcaires ont été peu différents dans leurs résultats de ceux qu'on avait obtenus avec le sulfate de chaux; mais en général la quantité nécessaire de cet acide jointe à sa valeur en rend l'usage plus dispendieux que celui du plâtre. D'ailleurs, cet usage ne

pourrait être étendu avec avantage aux sols d'une autre composition.

Sulfate de fer. Le sulfate de fer est employé avec succès dans la composition des composts, comme corps absorbant des matières ammoniacales. Nous n'avons ici à le considérer que sous le rapport de son action directe sur la végétation.

Le sulfate de fer a d'abord été employé avec avantage lorsqu'il était répandu en dissolution très-étendue sur les arbres souffrants dont les parties vertes n'avaient pas leur teinte normale, et cet emploi étendu depuis à des blés jaunes et languissants a été très-favorable et leur a rendu la vigueur. Enfin, ce sel mélangé à la terre arable a produit sur la luzerne des effets tout à fait comparables à ceux du sulfate de chaux.

Malgré tous ces bons effets du sulfate de fer, nous pensons qu'en dehors de son action chimique sur les fumiers et les matières organiques contenues dans le sol, qui n'est certainement pas sans influence sur la végétation, les cures merveilleuses qu'il a produites doivent être surtout attribuées à la bonne volonté des expérimentateurs.

ENGRAIS PHOSPHATÉS.

Les engrais phosphatés ne sont pas moins utiles aux terrains en culture que les engrais calcaires, pour leur conserver l'intégrité de composition nécessaire à leur fertilité; et pour s'en convaincre il suffit de juger de la quantité relativement considérable d'acide phosphorique enlevée au sol par les diverses cultures alimentaires.

M. Boussingault a déduit de ses analyses faites sur les récoltes de Bechelbronn les quantités suivantes d'acide phosphorique prélevées sur un hectare par celles-ci :

NATURE DES RÉCOLTES.			Quantité d'acide phosphorique prélevée par hectare exprimée en kilogrammes.
Froment	Grain	19,7	30,9
	Paille	11,2	
Seigle	Grain	37,6	42,2
	Paille	4,6	
Orge	Grain	11,7	15,3
	Paille	3,6	
Avoine	Grain	19,0	24,8
	Paille	5,8	
Colza	Grain	15,8	31,8
	Fane	16,0	
Sarrasin	Grain	18,2	22,5
	Fane	4,3	

NATURE DES RÉCOLTES.			Quantité d'acide phosphorique prélevée par hectare exprimée en kilogrammes.
Maïs	Grain	13,3	64,6
	Paille	51,3	
Fèves	Grain	29,0	42,9
	Fane	13,9	
Pois	Grain	9,3	13,1
	Fane	3,8	
Lentilles	Grain	6,9	15,5
	Fane	8,6	
Vesces	Grain	8,7	16,8
	Fane	8,1	
Haricots	grain	»	24,9
Pommes de terre		»	13,9
Betteraves		»	12,0
Navets		»	6,6
Topinambours		»	35,6

Si l'on considère maintenant cet acide uni à une base sous forme de phosphate, la quantité enlevée au sol s'élève presqu'à un poids double; or, comme nous connaissons la petite quantité que les terres en contiennent normalement, il est donc de toute nécessité d'en rapporter dans les engrais que l'on donne à la terre.

C'est à la disparition de ces composés des terres de l'Afrique centrale, de l'Asie Mineure et de la Sicile que Davy attribuait la stérilité de ces contrées, qui fournirent si longtemps de céréales l'empire romain.

Les phosphates sont empruntés par l'agriculture aux deux règnes organique et inorganique; mais à cause de leur nature identique nous les réunirons les uns et les autres dans cette même étude.

Les phosphates minéraux ont été empruntés aux phosphates de potasse, de soude, d'ammoniaque et surtout de chaux. Le phosphate de chaux a pour origine le plus souvent le règne organique; il est la matière des os, aujourd'hui si recherchés par les cultivateurs, et par suite il forme la base des noirs provenant de la calcination des os en vase clos ou à l'air. Le phosphate d'ammoniaque a surtout été produit comme source d'azote : aussi le classerons-nous plutôt dans les engrais azotés.

Phosphates de potasse et de soude. Le haut prix de ces sels a empêché jusqu'à présent leur emploi en agriculture. Quelques essais particuliers tendent cependant à faire croire que l'on tirerait un avantage assez grand de leur usage. Leurs effets sont surtout sensibles sur les céréales, dont ils augmentent de beaucoup le poids;

et comme leur poids est en raison directe de leur qualité, ils peuvent être regardés en même temps comme favorables à celle-ci.

Phosphates de chaux. Les phosphates de chaux employés en agriculture ont deux origines; l'un se rencontre dans les os, tandis que l'autre, le phosphate de chaux minéral, se trouve dans le sol sous forme de rognons irréguliers, ou nodules, auxquels on a donné le nom de *pseudo-coprolithes*.

Les gisements de ce phosphate de chaux sont assez nombreux, et jusqu'à présent on les a signalés en France dans trente-neuf départements. Ils forment des bancs d'épaisseurs variées, au milieu des diverses couches de craie et particulièrement dans la craie chloritée. En Angleterre on a constaté la présence de ce phosphate, et on en exploite des bancs assez riches, situés dans les terrains appartenant au crag et aux grès verts. En Espagne, le phosphate de chaux compose la masse presque entière de quelques montagnes, comme on le voit à Truxillo en Estramadure; mais ce n'est plus, comme en France, à l'état de rognons qu'on l'y rencontre, et son emploi en agriculture ne peut être avantageux qu'autant qu'on le soumet à des opérations préalables.

Les nodules de phosphate fossile sont un mélange de composition assez complexe; l'analyse de deux échantillons a fourni à M. Bobierre les résultats suivants :

Eau et matière organique quelque peu azotée.	7,200	9,210
Chlorure de sodium et sulfate de soude.....	traces	traces
Carbonate de chaux.....	18,814	5,176
— de magnésie.....	0,855	2,016
Sulfate de chaux.....	traces	1,161
Phosphate de chaux $(CaO)^3$ Pho^5.....	51,018	45,815
— de magnésie.....	traces	traces
— de fer.....	8,902	12,476
— d'alumine.....	2,700	6,387
Oxyde de manganèse.....	0,057	0,267
Fluorure de calcium.....	3,161	2,688
Alumine, oxyde de fer, silice, perte.....	7,293	14,804
	100,000	100,000

Azote pour 100..... 0,0033 à 0,0037.

La densité des pseudo-coprolithes se rapproche de 3. Exposés à l'air, ces pseudo-coprolithes se délitent; et cette action est bien plus sensible lorsqu'ils ont été préalablement pulvérisés. Lorsqu'on les a réduits en poudre au moment de l'extraction, ils sont inaltérables par les acides faibles; mais par un séjour prolongé à l'air leur

composition s'altère, et les acides faibles, l'eau chargée d'acide carbonique peuvent leur enlever leur phosphate. L'action semble avoir pour cause l'oxydation du phosphate de protoxyde de fer et sa transformation en phosphate de sesqui-oxyde de fer, beaucoup plus attaquable par les divers agents de dissolution.

Le *phosphate de chaux provenant des os* s'emploie en agriculture sous des formes très-variées. On se sert quelquefois des os à l'état naturel, frais ou secs, dégraissés ou non dégraissés, mais contenant sous ces divers états toute leur matière azotée, qui, d'après MM. Payen et Boussingault, s'y rencontre dans les proportions suivantes, variant toutefois avec leur état :

Os gras séchés à l'air, contenant 10 p. 100 de graisse.	6,215 p. 100
Os dégraissés humides, livrés par les fondeurs.	5,306
Os dégraissés séchés à l'air.	7,016

Dans les fabriques de gélatine, de colle d'os, les os privés de la matière grasse et de la matière azotée sont souvent vendus à l'agriculture sous forme d'une poudre blanche connue sous le nom de terre d'os, que l'on obtient en séchant les résidus et les calcinant. A cet état ils sont presque exclusivement composés de phosphate de chaux mélangé à de petites quantités de phosphate de magnésie et de carbonate de chaux.

On livre encore les os calcinés en vase clos, sous forme de noir animal tantôt pur, tantôt chargé, et c'est le cas le plus fréquent, de matières organiques qu'il a retenues dans les opérations industrielles où on l'emploie comme décolorant. Enfin, le phosphate de chaux est souvent livré à l'état acide mélangé à l'acide sulfurique, comme en Angleterre, et alors il est désigné sous le nom de superphosphate de chaux.

Les os à l'état frais contiennent environ 50 pour 100 de phosphate de chaux; mais tous n'en contiennent pas la même quantité : suivant qu'ils appartiennent à des animaux de classe différente ou qu'ils proviennent de parties diverses du même animal, la proportion de ce corps peut varier de 10 pour 100.

Outre le phosphate de chaux, les os frais contiennent de l'eau, des matières grasses, de la gélatine, à laquelle ils doivent leur azote, de petites quantités de phosphate de magnésie, de carbonate de chaux et de sels de soude. Les os sont peu attaquables par les agents atmosphériques, surtout lorsqu'ils ne sont pas privés des matières

grasses qu'ils contiennent. Pour accélérer leur action, on ne les emploie en général que pulvérisés. Les os sont broyés par divers moyens : tantôt on se sert de bocards ou de pilons analogues à ceux avec lesquels on pulvérise les écorces destinées à la tannerie, tantôt on les soumet à l'action de meules verticales en fonte ou en granit tournant dans des auges circulaires comme celles des moulins à huile. En Angleterre on fait passer les os entre deux cylindres fortement cannelés sur leur circonférence, montés de telle sorte que les creux de l'un répondent aux saillies de l'autre, et réciproquement. Les os, engagés en porte-à-faux, y sont facilement brisés, et leurs débris passent ensuite entre deux cylindres analogues, mais plus rapprochés.

L'action des os et la dose que l'on emploie varient avec l'état sous lequel on en fait usage. En effet, les os naturels ne sont pas exclusivement une source d'aliments minéraux, mais ils agissent encore d'une manière spéciale, par les matières organiques azotées qu'ils contiennent. Avant d'employer les os, il est extrêmement important de connaître leur composition, car ils peuvent avoir été épuisés d'un ou de plusieurs de leurs principes.

Les os, comme nous l'avons dit, sont composés principalement de graisse, de gélatine et de phosphate de chaux.

Pour procéder au dosage de ces diverses matières, on pourrait les isoler les unes des autres, en se servant de dissolvants; mais il est suffisant pour l'agriculture de déterminer les quantités d'azote, de matière organique et de matière minérale qu'ils renferment.

L'échantillon étant prélevé et pulvérisé avec soin, on en prend un gramme que l'on traite par la chaux sodée, pour déterminer la quantité d'azote contenue.

On en prend 10 autres grammes, que l'on sèche à l'étuve à + 100°; on détermine la perte de poids qu'ils y ont éprouvée, laquelle représente l'humidité des os.

Les os ainsi séchés sont incinérés avec soin, et leurs cendres sont pesées; elles représentent le phosphate de chaux, car elles en sont presque exclusivement composées si les os n'étaient pas mélangés de matières étrangères.

La différence entre le poids des os séchés à l'étuve et celui des cendres indique le poids des matières organiques qu'ils contenaient. D'après les résultats obtenus on varie l'emploi et la dose des os.

Si les os sont achetés en poudre, ils peuvent être mélangés de matières minérales de moindre valeur; pour le reconnaître, on devra doser dans les cendres le phosphate de chaux par le procédé de M. Malaguti, ou bien, plus simplement, on attaquera les cendres par l'acide nitrique étendu; puis on filtrera la solution, qui ne doit rien laisser sur le filtre lorsque les os sont purs, et l'on additionnera la liqueur d'ammoniaque en excès. Il se formera un précipité blanc, que l'on recueillera sur un filtre, et qu'on lavera et calcinera avec soin : son poids représentera celui du phosphate de chaux des cendres. Cependant si le précipité était coloré ou si les cendres avaient laissé une partie insoluble dans l'acide nitrique, il serait nécessaire d'avoir recours au premier procédé, celui-ci donnant avec les phosphates des sels de fer et de l'alumine, c'est-à-dire une partie des substances qui auraient pu servir à falsifier la poudre d'os.

Les os contiennent en moyenne 10 pour 100 de graisse, de 30 à 35 pour 100 de matière organique azotée et de 50 à 60 pour 100 de matières minérales, dans lesquelles le carbonate de chaux entre pour un dixième, le reste étant presque exclusivement formé par le phosphate de chaux.

Les os naturels pulvérisés sont employés en Angleterre à la place de fumier, à une dose dix fois moindre, semés en ligne comme les graines qu'ils sont appelés à nourrir. Pour produire un maximum d'effet la dose ne doit pas dépasser certaines limites; si on les lui fait franchir, les résultats obtenus ne sont plus en rapport.

Les os cèdent d'autant plus facilement leurs principes nutritifs et par suite perdent d'autant plus vite leurs propriétés qu'ils sont dans un terrain soumis à un plus grand nombre de maniements qui facilitent leur contact avec l'air et par suite leur dégradation.

Lorsque les os ont été privés de la graisse qu'ils contenaient, leur action se fait ressentir aussi plus vite : on hâte celle-ci en les faisant fermenter en tas avant de les répandre.

En dehors de leurs matières organiques, les os agissent par leur phosphate de chaux; leur action sous ce rapport ne diffère pas de celle des phosphates qui sont les résidus de fabrication ou retirés du règne minéral. Dans les terrains pauvres en phosphates les os sont surtout appelés à augmenter la fertilité, pourvu qu'ils y rencontrent des matières organiques en quantité suffisante pour rendre leur phosphate assimilable.

En effet le phosphate de chaux pour se dissoudre exige le contact d'une eau riche en acide carbonique, ou bien encore la présence

de composés ammoniacaux et de divers autres sels. Lorsque le sol ne peut fournir ces divers matériaux, on augmente beaucoup l'action des phosphates en les mélangeant soit au chlorhydrate d'ammoniaque, comme l'a fait M. Kuhlmann, soit au chlorure de sodium, comme M. Bouchardat, soit enfin au nitrate de potasse, comme les moulins du Bas-Rhin le livrent à l'agriculture.

Le *phosphate de chaux fossile* n'agit pas différemment de celui des os, et lorsqu'il se trouve dans les mêmes conditions de solubilité, c'est-à-dire en présence de sels ou de matières organiques en assez grande quantité, on retire des avantages très-marqués de son emploi. Il convient particulièrement dans les terres nouvellement défrichées, de nature schisto-granitique, schisto-argileuse, argilo-granitique non calcaires.

Le *superphosphate de chaux* a fourni aux Anglais le moyen d'employer l'apatite non assimilable des montagnes d'Estramadure, avec autant d'avantage que les phosphates de chaux fossiles assimilables et ceux des os. De plus, l'emploi de ce corps rend l'usage des phosphates possible dans les sols même pauvres en sels et en matières organiques, qui ne pourraient fournir suffisamment de principes nécessaires pour la dissolution du phosphate ordinaire.

Le superphosphate de chaux porte en chimie le nom de phosphate acide de chaux; on le prépare en acidifiant les phosphates de diverses provenances au moyen de l'acide sulfurique. On obtient des liqueurs dans lesquelles le phosphate est complétement dissous. Ces solutions étendues de 50 fois leur poids d'eau et répandues sur le sol en augmentent considérablement la fertilité.

L'acide sulfurique en présence du calcaire du terrain forme du plâtre, qui a son action particulière, et le phosphate, très-divisé, saturé, devient insoluble; mais il se trouve à un état de désagrégation extrême, qui favorise beaucoup sa solubilité dans les eaux du sol et par suite son assimilation. En le mélangeant à des matières de diverses natures, on en a formé des engrais composés d'une grande énergie.

Le superphosphate de chaux se prépare en mélangeant de l'acide sulfurique concentré avec du phosphate de chaux, soit terreux, soit des os. Si le phosphate de chaux employé était pur, la préparation normale consisterait à mélanger 2 équivalents, c'est-à-dire 98 parties d'acide sulfurique avec un équivalent, ou 156 parties de phosphate de chaux; les deux tiers de la chaux passeraient à l'état

de sulfate, tandis que le dernier tiers resterait combiné à l'acide phosphorique sous forme soluble :

$$3\,CaO, PhO^5 + 2\,(SO^3, HO) = CaO, PhO^5\,2\,HO + 2\,(CaO, SO^3)$$

Phosph. neutre de chaux. — Acide sulfurique. — Phosphate acide de chaux. — Sulfate de chaux.

Le superphosphate ainsi obtenu contiendrait donc pour 100 :

Phosphate acide de chaux. . . .	43,38
Sulfate de chaux.	56,62

De cette composition normale il est facile de déduire celle d'un superphosphate préparé avec des phosphates impurs, mais dont la composition est connue.

Le *noir animal* se prépare en calcinant des os dégraissés, mais qui renferment encore en partie leur gélatine, dans des cylindres en fonte sans communication avec l'air extérieur.

Le noir ainsi obtenu a une composition variable, dont la moyenne nous est indiquée par les résultats des analyses suivantes :

	N° 1.	N° 2.	N° 3.
Azote	1,12	1,22	1,61
Charbon et matières organiques	11,60	11,30	11,00
Phosphate de chaux	73,10	72,20	75,60
Carbonate de chaux	8,00	5,30	7,00
Matières diverses	7,30	10,50	13,40

Le noir animal neuf est rarement employé comme engrais ; en général, l'agriculture utilise les noirs sortant des raffineries, dont la composition est assez différente.

Le noir employé dans les raffineries à la clarification du sucre se charge non-seulement des matières organiques de celui-ci, mais surtout de l'albumine et des principes organiques du sang de bœuf employé à la clarification. C'est dans cet état qu'il est livré à l'agriculture ; il contient jusqu'à 30 pour 100 d'albumine, et par conséquent est plus riche en azote que le noir vierge et par suite appauvri en phosphate. Quelquefois on l'emploie à une seconde clarification, qui augmente ses principes organiques. L'analyse de quelques-uns de ces noirs a donné les résultats suivants :

	Noirs ayant servi une fois.			Noirs ayant servi deux fois.	
	N° 1.	N° 2.	N° 3.	N° 2.	N° 3.
Azote	1,95	2,83	2,54	3,59	3,18
Charbon et matières organiques.	21,10	32,00	36,20	42,20	42,50
Phosphate de chaux	61,60	53,70	52,60	46,00	47,30
Carbonate de chaux	6,40	4,90	10,00	3,30	4,50
Matières diverses	7,90	9,40	10,10	8,50	5,20

Les noirs de raffinerie de première qualité renferment de 2 ½ à 3 pour 100 d'azote et de 50 à 60 pour 100 de phosphate avec 4 à 5 pour 100 de carbonate de chaux.

Les noirs que l'on rencontre dans le commerce sont loin d'avoir tous ces proportions; sans parler des noirs qui par fraude ont été additionnés de matière étrangère, on en trouve souvent de bien plus pauvres encore.

Les noirs que l'administration considère comme résidus purs de raffinerie se divisent en deux catégories. La première a pour type, suivant M. Bobierre, le noir des raffineries de Nantes, d'une composition analogue à celle que nous avons indiquée pour les noirs de première qualité. Les noirs de Russie et de New-York, types de la seconde catégorie, au lieu d'être en poudre fine homogène, s'unissant à l'eau pour former une pâte grasse au toucher comme les premiers, sont grenus et ont été soumis à des revivifications répétées; ils contiennent en moyenne 70 à 80 pour 100 de phosphates, 10 de carbonate de chaux et souvent moins de 1 pour 100 d'azote.

Les noirs de raffinerie sont souvent additionnés de matières étrangères, quelquefois sans intention de fraude; on les considère alors comme engrais de nature composée : tels sont les noirs anglais, qui sont d'un brun rougeâtre, fréquemment doués d'une odeur de matières fécales et d'une consistance terreuse. Ils sont composés de la moitié ou d'un tiers de noir pur mélangé à des matières fécales ou à des résidus de féculerie ou de brasserie. Ils contiennent 40 pour 100 de phosphate et 2 ½ pour 100 d'azote. Ce sont de bons engrais, mais ils n'ont pas le même mode d'action que les noirs purs.

Comme nous l'avons dit, la composition des noirs de raffinerie ne peut être identique avec celle des noirs neufs.

Les noirs neufs, contenant 10 pour 100 de phosphate de chaux, se sont chargés dans la raffinerie de matières organiques, dont la quantité peut s'élever à 40 pour 100 du noir. Les 70 de phosphate se trouvent donc maintenant répartis dans 140 parties. Le noir n'en contient donc plus que 50 pour 100, mais en même temps la quantité d'azote aura augmenté. Les noirs purs devront donc toujours, lorsque la quantité de phosphate est faible, doser l'azote en proportion plus considérable : 45 pour 100 de phosphate est la limite minimum des noirs purs; mais cette limite répond dans ceux-ci à un dosage d'azote relativement considérable.

Les noirs sont falsifiés avec du poussier de charbon, avec du

sable, de la tourbe, du carbonate de chaux, des cendres, du tan, des résidus de fabrique de bleu de Prusse, etc., etc.

Les noirs d'Amsterdam et de Hambourg contiennent 30 pour 100 de sable.

Par les nouveaux procédés de traitement des jus de betteraves, les noirs qui servent à la clarification se chargent de carbonate de chaux en quantité très-variable, qu'il est essentiel d'apprécier par l'analyse; de plus, on y rencontre ce corps introduit frauduleusement après qu'il a subi une préparation que nous allons décrire.

On prend de la chaux vive, on la fait déliter avec la quantité d'eau nécessaire pour la réduire en poudre fine. On brasse cette poudre avec du goudron de houille et de la tourbe; le mélange est rendu intime par un broyage entre des cylindres; la pâte est mise en mottes, soumise à la presse, et ainsi préparée elle est calcinée dans des cylindres fermés. Les mottes portées au rouge sont éteintes dans l'eau et pulvérisées avec soin ou bien encore granulées. Sous ces deux états cette matière est mélangée au noir, et difficile à reconnaître à l'œil qui n'est pas très-exercé.

Le noir animal n'a pas la même action suivant qu'il est plus ou moins riche en phosphate et en azote.

Le noir de la deuxième catégorie, en grains, riche en phosphate, ne peut être employé avec avantage que dans les terrains nouvellement défrichés et riches en matières organiques et en composés acides qui agiront promptement sur lui et auront bientôt rendu son phosphate assimilable.

Celui de la première catégorie, en poudre fine, par conséquent plus facilement attaquable, convient mieux aux terres cultivées qui sont peu riches en engrais, auxquelles en même temps que les éléments minéraux il fournit des composés azotés qui contribuent à accroître la richesse du sol.

Les terrains fraîchement chaulés ou marnés ne ressentent aucun effet du noir, car le phosphate en présence d'une base ne peut facilement se dissoudre.

Le noir riche en azote a une action beaucoup plus grande que ses matières composantes, sang et phosphates, répandues séparément sur le sol. On attribue cette action plus énergique à ce que après son lavage le noir animal contient encore des principes fermentescibles, qui se transforment en acides lactique ou acétique, et contribuent à l'attaque du phosphate, en même temps qu'ils se combinent aux principes ammoniacaux dégagés dans la décomposition

des matières azotées. Les sels ainsi formés sont retenus plus intimement dans la sphère d'absorption des racines et ont plus de difficulté à se dégager dans l'atmosphère que l'ammoniaque non combinée.

Le noir animal, comme tous les engrais minéraux, exige des fumures abondantes, car il épuise promptement les matières organiques du sol.

On l'emploie à la dose de 4 à 8 hectolitres par hectare, mélangé à deux fois son volume de terre criblée.

La formation des acides lactique, acétique, etc., par la fermentation dans les noirs frais, favorable pour leur décomposition, peut devenir dangereuse pour les terres lorsque le noir est employé trop récent; en général, avant de le répandre il faut attendre que la matière animale soit elle-même assez transformée pour fournir de l'ammoniaque pour saturer ces acides.

ENGRAIS AZOTÉS.

Tout l'azote des végétaux est fourni presque exclusivement par les engrais organiques. Mais devant les progrès de la chimie industrielle, devant les résultats pratiques qu'elle met chaque jour en œuvre pour livrer ses produits à des prix de plus en plus abordables, nous ne pouvons passer sous silence les expériences concluantes en faveur des composés minéraux azotés, que leur prix élevé seul a éloignés jusqu'à présent de la pratique agricole.

Les eaux de toutes origines contiennent aussi ces principes, et sous ce rapport nous ne devons pas séparer leur étude de celle des engrais azotés.

Les engrais azotés se divisent en deux classes bien distinctes, les sels à base azotée, ou sels ammoniacaux, et les sels à acide azoté, ou nitrates. Nous étudierons séparément l'action des composants de chacun de ces groupes.

Sels ammoniacaux. Les sels ammoniacaux dont on a essayé l'emploi en agriculture sont :

1° Le chlorhydrate d'ammoniaque,
2° Le sulfate d'ammoniaque,
3° Le phosphate d'ammoniaque,
4° Le phosphate ammoniaco-magnésien,
5° Le carbonate d'ammoniaque,
6° Le nitrate d'ammoniaque.

Les effets de ce dernier le font ranger à côté des autres nitrates.

1° Le *chlorhydrate d'ammoniaque* a été employé avec avantage par M. Schattenmann à des doses comprises entre 100 et 400 kilogrammes par hectare en dissolution au vingt-cinquième et au cinquantième sur les céréales et les prairies naturelles et artificielles semées dans des terrains argilo-calcaires ; mais son prix élevé n'est pas couvert par l'excédant de récoltes qu'il produit.

2° Le *sulfate d'ammoniaque* employé en arrosement sur les céréales n'a pas fourni de résultats constants ; cependant d'après des expériences répétées il donnerait souvent des récoltes abondantes. Son action est surtout sensible dans la production du grain, tandisque celle de la paille ne paraît pas avoir gagné. Les expériences sur l'avoine et le maïs ont fourni des conclusions conformes. Les essais ont surtout été couronnés de succès dans les prairies naturelles. Ce sel semble avoir donné les résultats les plus avantageux, et de plus il pourrait être livré au plus bas prix si l'usage s'en répandait et si les usines pouvaient dès lors le fabriquer avec sûreté de vente.

3° Les *phosphates d'ammoniaque et de magnésie* ne semblent pas devoir attirer particulièrement l'attention, car leur préparation sera toujours plus coûteuse que celle du sulfate, et leurs effets ne paraissent pas devoir être beaucoup plus énergiques.

5° Le *carbonate d'ammoniaque* ne pourra jamais devenir d'un usage ordinaire, à cause de la difficulté que l'on a de le conserver.

Les sels ammoniacaux doivent en grande partie leur prix élevé à leur fabrication trop restreinte, causée par la crainte qu'a l'industriel de voir ses produits rester sans emploi, ce qui l'empêche de monter cette fabrication de manière à en réduire le plus possible les frais.

Les sources dont on peut retirer les sels ammoniacaux sont nombreuses ; en général, on laisse perdre les matières qui pourraient fournir ces composés à l'agriculture. Dans les grandes villes, les urines, au lieu d'être recueillies, vont rejoindre dans les égouts les eaux-vannes, et au lieu d'un effet utile elles produisent l'infection des rivières. Les eaux ammoniacales des usines à gaz et des fabriques de noir d'os sont aujourd'hui encore en partie perdues.

Cependant l'exploitation de ces divers produits est facile, soit qu'on les emploie directement à l'arrosement après avoir saturé leur base avec les eaux acides que tant de fabriques d'épuration d'huile, de colle d'os, etc., laissent complétement perdre, soit même, plus simplement, qu'on en fasse usage à l'état naturel, éten-

dues d'une quantité d'eau suffisante pour éviter l'action corrosive de l'alcali isolé, soit qu'on en isole le principe ammoniacal après l'avoir saturé, comme l'on fait à l'usine de Bondy.

Dans cette fabrique, les eaux-vannes des bassins à vidange de Paris, après être restées un temps assez long dans de petits réservoirs pour transformer leurs composés azotés en carbonate et autres sels ammoniacaux, et pour se débarrasser des matières solides qu'elles tenaient en suspension, sont dirigées dans des appareils distillatoires où elles sont chauffées en présence de carbonate de chaux. Le carbonate d'ammoniaque distille avec le premier dixième d'eau; il est dirigé dans des cuves contenant de l'acide sulfurique, où il se décompose et forme du sulfate d'ammoniaque. Les eaux acides saturées sont évaporées à siccité, et le sel est livré à l'état sec.

L'ammoniaque dans les plantes se trouve en quantité bien supérieure à celle qui est nécessaire pour saturer les acides sulfurique et chlorhydrique que leurs cendres contiennent; il est donc probable que ce n'est pas sous cette forme que les sels ammoniacaux sont absorbés. La quantité considérable d'acide carbonique que renferment les végétaux laisse bien plutôt supposer que c'est à l'état de carbonate que l'ammoniaque est assimilée. Le carbonate d'ammoniaque dissous mis en contact avec une solution de chlorure de calcium ou de sulfate de chaux donne du sulfate ou du chlorhydrate d'ammoniaque et du carbonate de chaux; mais lorsque ces derniers corps se rencontrent à l'état solide en présence de l'eau seulement nécessaire à la réaction, celle-ci change de nature, et c'est alors que se forme le composé le plus volatil, le carbonate d'ammoniaque. Ainsi s'explique l'absorption des sels ammoniacaux à l'état de carbonate par les racines des plantes.

Cette même réaction explique comment, en favorisant cette transformation, les éléments calcaires d'un sol aident à la végétation et épuisent si promptement le terrain des aliments organiques azotés qu'il contient. La grande solubilité des sels ammoniacaux et la volatilité du carbonate d'ammoniaque rendent facilement compte du peu de temps qu'ils agissent sur le sol. Il est donc nécessaire de renouveler leur application à chaque récolte, si l'on veut en tirer tout le parti possible.

L'abondance des récoltes produites sous l'influence de ces sels, lorsqu'on n'a pas donné en même temps à la terre les autres éléments composants de la plante, explique aussi pourquoi cette même terre épuisée des autres principes donne l'année suivante une ré-

colte relativement inférieure à celle d'un sol que l'on n'a pas soumis à leur action.

Nitrates. Les nitrates essayés jusqu'aujourd'hui comme engrais sont les nitrates de potasse, de soude, d'ammoniaque et de chaux. Les résultats qu'ils ont donnés ont toujours été favorables, mais leur prix élevé en a toujours empêché l'emploi pratique en France.

Le *nitrate de potasse*, d'après de Woght, est à quantité égale d'azote beaucoup plus actif que le fumier ; car 5 kilogrammes 1/2 de nitrate de potasse, qui renferment moins d'azote que 200 kilogrammes de fumier, agissent cependant autant que 1,000 kilogr.

Le *nitrate de soude*, beaucoup moins cher que le sel précédent, agit avec autant d'efficacité sur les végétaux. Son action est plus énergique sur les graminées que sur les légumineuses. Il a constamment augmenté le produit des récoltes ; mais cependant cette augmentation n'est pas en rapport avec son prix, et ne peut en autoriser l'emploi.

Le *nitrate de chaux* a une action analogue à celle des nitrates de potasse et de soude ; mais tandis que ces sels continuent leur action sur plusieurs récoltes successives, le nitrate de chaux, comme les sels ammoniacaux, épuise son énergie sur une seule.

D'après M. Kuhlmann, les nitrates n'agissent qu'après s'être transformés en ammoniaque dans le sol, et cette transformation s'effectue d'autant mieux que le terrain contient plus de composés humiques.

Production naturelle des engrais azotés. La production naturelle des nitrates est la seule source où l'industrie et l'agriculture peuvent puiser ces corps. Cette production incessante rend à la culture un service énorme en lui procurant gratuitement une quantité fort considérable de ces composés.

Les terres poreuses, comme nous l'avons vu en parlant des influences des agents atmosphériques sur le sol, se chargent continuellement d'acide nitrique, qui se combine dans nos climats tempérés avec les bases terreuses et dans les pays chauds avec les bases alcalines, avec la potasse dans l'Inde, avec la soude au Pérou.

Cet acide nitrique est attribué à deux causes différentes, tantôt à la transformation de l'azote et de l'ammoniaque contenus dans le sol sous l'influence de l'humidité de l'air, en présence de matières poreuses comme la terre ; tantôt à la combinaison des éléments de l'air sous les influences électriques.

A cette dernière cause semble surtout due la formation des nitrières du Pérou, d'après M. Boussingault, et celle des nitrates contenus dans les eaux météoriques.

Toutes les eaux terrestres fournissent à la culture une quantité d'azote plus ou moins grande, que l'agronome peut s'attribuer souvent sans beaucoup de frais au moyen des irrigations ; de plus, les pluies elles-mêmes lui apportent ces agents, ainsi que l'on a pu le constater dans un grand nombre d'analyses. Nous consignons ici les résultats de quelques-unes faites à Liebfrauenberg par M. Boussingault.

Acide azotique exprimé en nitrate de potasse contenu dans un mètre d'eau météorique :

Pluie recueillie entre juillet et septembre des années 1856 et 1857.	0,3447
Neige du 27 au 28 novembre 1857. . . .	0,7900
Grêle mêlée de pluie tombée le 5 août 1857.	0,5400
Brouillards d'octobre et novembre 1857. .	1,9254
Rosée recueillie sur du trèfle le 21 et le 22 octobre 1857.	2,0977
Rosée recueillie sur le pluviomètre du 11 au 12 octobre 1857.	0,1122

Comme on le voit, la quantité d'acide azotique est assez considérable ; elle s'élève souvent fort au-dessus, comme l'ont consigné MM. Bineau à Lyon et Barral à Paris.

La quantité de nitrates contenue dans les eaux terrestres n'est pas moins variable, suivant les conditions géologiques des contrées où séjournent et circulent les eaux. D'après M. Boussingault les eaux des lacs creusés dans la syénite n'en offrent que des traces, celles qui prennent naissance dans le grès rouge en contiennent à peine un demi-gramme par mètre cube, celles des terrains calcaires et des rivières en renferment au contraire jusqu'à soixante grammes. Voici le résultat des analyses de ce savant.

Acide azotique exprimé en nitrate de potasse contenu dans un mètre cube d'eau.

Rhin.	gr. 1,87
Seine.	14,05
Source d'Ebersbronn (Bechelbronn). . . .	39,32
Source de la Roppenzwiller (Haut-Hhin). .	12,17
Source du Martinet (Loire).	40,25
Puits de la rue de Reuilly à Paris.	464,23
Puits de la rue Saint-Landry à Paris.	2216,48

Ces nitrates représentent non-seulement les nitrates des eaux météoriques qui viennent grossir ces rivières, mais encore ceux que ces rivières elles-mêmes ont rencontrés dans le sol.

L'ammoniaque n'est pas moins répandue que les nitrates, car elle se rencontre partout où ceux-ci se trouvent; les eaux météoriques en renferment comme les eaux terrestres. M. Boussingault a rencontré les maximum et les minimum suivants en analysant des eaux de diverses origines.

	Ammoniaque contenue dans un mètre cube d'eau.	
	maximum.	minimum.
Pluies continues recueillies en rase campagne..	3,380 gr.	0,130 gr.
Pluies d'orage —	0,690	0,150
Bruines —	3,380	1,350
Pluies et grêle —	0,990	0,540
Rosées —	6,200	1,060
Givre —	1,240	(seule observation).
Brouillards —	7,211	2,560
Neiges tombées à Paris.....	1,780	0,700
Neiges ramassées dans un jardin.....	10,340	(seule observation).
Eaux de rivière.....	0,490	0,030
Eaux de source.....	0,070	0,030
Eaux de puits isolés.....	3,840	0,020
Eau de mer, à Dieppe.....	0,200	(seule observation).

Dans ce tableau nous remarquons tout d'abord la richesse moindre des eaux terrestres; elle est la conséquence immédiate du pouvoir absorbant des éléments du sol. De plus, nous voyons l'influence favorable du séjour de la neige sur la terre, dont elle empêche l'appauvrissement en ammoniaque en faisant obstacle à la volatilisation de ce gaz. L'ammoniaque que le sol dégage est retenue par la neige, et rentre avec elle dans la terre lorsque le dégel l'a fondue; ainsi s'explique pour nous la quantité énorme d'ammoniaque contenue dans la neige recueillie dans un jardin comparativement à celle que renferme la neige de Paris.

Ces différentes considérations doivent engager les agriculteurs à disposer leurs terres de la manière la plus favorable à la production des composés azotés, en les ameublissant par des labours répétés, et à profiter de ceux que contiennent les eaux, en renouvelant souvent les irrigations.

ENGRAIS COMPOSÉS.

Dans cette dernière catégorie nous plaçons les cendres, parce que leur action est très-variable et dépend de leur différence de composition ; nous en rapprochons la suie, substance non moins complexe, et nous terminons en indiquant la formule de certains mélanges minéraux dont on a cherché à répandre l'usage, prétendant qu'ils n'étaient pas différents du meilleur fumier de ferme sous le rapport de la composition, et qu'ils devaient agir avec une énergie beaucoup plus grande sur la végétation, parce que leurs éléments s'y présentaient sous une forme plus facilement assimilable.

Cendres. Nous diviserons les cendres, suivant la nature particulière de leurs éléments, en huit catégories :

1° Cendres de bois neuves.
2° Cendres de bois lessivées ou *charrées.*
3° Cendres de varechs ou de goëmon.
4° Cendres d'écobuage.
5° Cendres de fumier.
6° Cendres de tourbe.
7° Cendres de houille.
8° Cendres pyriteuses.

Les *cendres de bois neuves* sont formées, comme nous le savons, des éléments minéraux que les végétaux ont puisés dans le sol ; par conséquent elles ont la composition la plus favorable que puisse avoir un engrais minéral composé. Nous avons déjà vu que les cendres sont principalement formées des acides carbonique, sulfurique, phosphorique, silicique et de chlore unis à la potasse, à la soude, à la chaux, à l'oxyde de fer, etc. Quoique leur composition varie beaucoup, cependant celles que l'on rencontre dans l'industrie ne présentent pas de grandes différences dans la proportion de leurs composants.

Les sols argilo-siliceux, schisteux et granitiques sont ceux sur lesquels les cendres agissent avec plus d'énergie ; il est facile de s'en rendre compte lorsque l'on connaît la composition chimique de ces terrains et de cet engrais. Les roches silicatées du sol sous l'influence des alcalis des cendres se décomposent facilement, et abandonnent aux végétaux leurs silicates solubles. En même temps les cendres apportent des phosphates dans ces terrains, où l'on en rencontre généralement une très-minime quantité.

Les sols tourbeux, dont l'acidité empêche la fertilité, trouvent dans les cendres non-seulement un aliment, mais encore un absorbant de leur qualité nuisible. Cette dernière propriété rend leurs effets utiles dans les défrichements, les terres de bruyère, les terres marécageuses égouttées, etc., etc., tous terrrains riches en détritus organiques. La durée de leur action est en raison de la quantité qu'on y en répand ; en général elle ne dépasse pas huit ans.

La quantité des cendres que l'on emploie s'élève en moyenne à 30 hectolitres par hectare, et on les y répand seules ou mélangées à de la terre.

Pour cet épandage il faut choisir un temps sec, car si les feuilles des récoltes étaient mouillées, les cendres pourraient s'y attacher, et elles nuiraient par leur alcalinité.

Les cendres les plus actives sont celles qui contiennent le plus d'alcalis ; souvent les agriculteurs peuvent se les procurer sur place en brûlant des fougères, des bruyères, des ajoncs, etc., ou bien encore en brûlant les débris provenant de la culture du tabac, des graines oléagineuses, du maïs, etc.

Nous avons indiqué comment il était possible de déterminer les éléments constitutifs des cendres ; ces procédés, toujours d'une exécution longue et difficile, ne peuvent guère s'appliquer à l'étude de l'action des cendres comme engrais.

Mais on arrive facilement à déterminer d'une façon suffisante les trois éléments principaux qui font la richesse des cendres et dont il est important de connaître la proportion relative ; car suivant que dominent les alcalis, l'acide phosphorique ou la chaux, leur action est toute différente.

On prend 10 grammes de cendre prélevés de façon à ce qu'ils représentent exactement la composition de la masse ; par la dessiccation à l'étuve à + 100° on détermine la quantité d'eau qu'elle contient. La cendre sèche est introduite dans un matras, et épuisée de ses principes solubles par une ébullition de quelques instants dans l'eau distillée ; la liqueur est jetée sur un filtre taré, et le résidu qu'elle laisse, recueilli sur celui-ci, est lavé à l'eau bouillante jusqu'à complet épuisement. Le résidu est séché à l'étuve, pesé, et la différence entre son poids et celui des cendres primitives indique la quantité de matières solubles que ces cendres contenaient. Quoique les parties dissoutes ne soient pas exclusivement formées par des carbonates de potasse et de soude, on peut cependant considérer la quantité dissoute comme représentant les principes alcalins des cendres.

Le résidu est attaqué dans un matras par l'acide chlorhydrique ; après quelque temps d'ébullition, on verse le contenu du matras dans une capsule en porcelaine ; on y ajoute 3 grammes de chlorhydrate d'ammoniaque, on évapore à siccité, et l'on continue le feu tant qu'il se dégage des vapeurs de chlorhydrate d'ammoniaque. On laisse ensuite refroidir, et l'on traite par l'eau distillée la masse contenue dans la capsule. Le carbonate de chaux, transformé en chlorure sous l'influence de l'acide chlorhydrique, se dissout, tandis que le phosphate d'abord rendu soluble par l'attaque ayant perdu ensuite cette propriété sous l'influence de la chaleur, qui a chassé l'excès d'acide, reste à l'état insoluble avec la silice.

On recueille ce résidu sur un filtre ; on le lave, on le sèche à + 100°, on le pèse ; la perte de poids éprouvée par suite de cette opération sur le premier résidu représente la quantité de carbonates de chaux et de magnésie contenue dans la cendre.

On sépare ensuite le phosphate de la silice, en traitant par de l'acide chlorhydrique le résidu de l'opération précédente ; on lave la partie non dissoute. On la sèche, on la pèse ; elle représente la silice contenue dans la cendre, et la différence entre son poids et celui du résidu précédent représente les phosphates que celle-ci renfermait.

Ainsi il sera facile de se rendre compte de la valeur exacte d'une cendre comme engrais et de sa convenance plus ou moins grande pour tel ou tel sol.

Les *cendres de bois lessivées ou charrées* agissent avec presque autant d'énergie que les cendres neuves.

Après avoir été employées à la lessive, les cendres n'ont plus cependant une composition semblable ; elles ont perdu une partie de leurs alcalis, mais aussi elles se sont enrichies de matières organiques. De plus, lorsqu'elles sont exposées à l'air sous des hangars elles se chargent de nitrates en assez grande quantité, surtout si l'on a soin de les remuer souvent.

Si à ces causes on joint le prix des charrées, beaucoup moins élevé que celui des cendres, on se rend aisément compte de leur emploi, si général, en agriculture.

Les charrées conviennent particulièrement aux sols argileux, leur action n'est guère annihilée que dans les sols calcaires.

On les répand à la pelle, à des doses qui varient entre 20 60 hectolitres par hectare.

Leur action se fait sentir pendant dix ans.

En général on répand la charrée mélangée avec partie égale de fumier; ainsi employée, on en ressent généralement des effets beaucoup plus avantageux. Les prairies naturelles se trouvent extrêmement bien de cet usage; mais il faut renouveler souvent l'opération, car elles épuisent son action bien plus promptement que les terres arables.

Les charrées du commerce se composent de celles qui sont fournies par les ménages et les blanchisseries, et surtout des cendres lavées que livrent les salpêtriers et les savonniers. Les charrées des savonniers sont les plus estimées, à cause de la chaux qu'elles contiennent, et qui leur a été mélangée pour décarbonater les alcalis qui entraient dans la composition des cendres.

Les charrées sont employées surtout dans l'ouest de la France; elles ne sont pas toujours exemptes de fraude : l'analyse des charrées pures a fourni à M. Bobierre les résultats suivants :

	Charrée de		
	Nantes.	La Rochelle.	La Flotte.
Matières organiques	9,80	6,00	2,90
Sels solubles dans l'eau (alcalins)	1,05	2,00	3,40
Silice (une petite partie soluble dans l'eau).	13,60	42,70	50,20
Phosphate de chaux avec oxyde de fer et alumine	27,30	12,35	10,90
Carbonate de chaux	47,10	34,80	26,60
Magnésie et perte	1,15	2,15	6,00
	100,00	100,00	100,00

Quelquefois les charrées ou les substances vendues comme telles ne renferment que peu ou ne renferment pas du tout de phosphates. Ce résultat n'a pas lieu de surprendre lorsqu'on sait que certaines terres venant de différentes localités, et qui n'ont de la charrée que l'apparence, sont vendues sous ce nom mélangées avec plus ou moins de charrée pure dans une proportion souvent supérieure à 50 pour 100.

Tel est un sable provenant de Saumur, dont voici la composition :

Matières organiques et sels solubles dans l'eau.	2,20
Carbonate de chaux	24,80
Oxyde de fer et alumine	10,05
Silice	58,12
Magnésie et perte	4,83
	100,00

Toute charrée contenant plus de 30 pour 100 de substances insolubles dans les acides, et dans laquelle il n'y a pas de phosphates, ne peut être considérée que comme un produit de la fraude.

Pour s'assurer de la qualité de la charrée l'analyse devra en être faite comme celle des cendres; seulement, avant de procéder au traitement par l'eau on devra incinérer un poids connu de charrée sèche, pour déterminer la quantité de matières organiques qu'elle contient, arroser le résidu avec une solution concentrée de carbonate d'ammoniaque pour restituer à la chaux l'acide carbonique qu'elle a perdu, chauffer pour effectuer le départ de l'excès de ce carbonate d'ammoniaque et peser les cendres pour déterminer la perte de poids éprouvée par l'incinération, perte qui représentera les matières organiques de la charrée.

Les *cendres de varechs* ou *de goëmon*, très-riches en alcalis et particulièrement en sels de soude, sont employées avec avantage, soit neuves, soit après avoir été lessivées pour enlever le carbonate de soude qu'elles renfermaient.

Les cendres de varechs peuvent, comme à Jersey, provenir de l'emploi économique de ces plantes comme combustible dans les ménages ou bien être le produit d'une opération spéciale, qui se pratique sur les côtes de la Bretagne et de la Normandie. Les varechs desséchés au soleil, et en partie dessalés par l'exposition à la pluie ou par des lavages, sont brûlés dans des fosses garnies de pierres au fond. Ces fosses ont une longueur de 5 à 6 mètres sur une largeur et une profondeur de 60 à 80 centimètres.

On veille à ce que la combustion ne soit pas trop vive; on obtient une masse noirâtre frittée, qui contient toujours 20 pour 100 d'alcalis, une assez grande quantité de sulfates, mais peu de phosphates. Malgré la quantité énorme de soude que ces cendres renferment, c'est principalement l'action de la potasse qu'on recherche dans leur emploi.

Leur composition est assez analogue à celle des cendres de quelques varechs recueillis en Écosse à l'embouchure de la Clyde, dont les analyses ont fourni à M. Godechens les résultats suivants :

	Fucus digitatus.	*Fucus vesiculosus.*	*Fucus nodosus.*	*Fucus serratus.*
Potasse	20,66	13,01	9,13	3,98
Soude	7,65	9,54	14,53	18,67
Chaux	10,94	8,36	11,60	14,41
A reporter	39,25	30,91	35,26	37,06

	Fucus digitatus.	*Fucus vesiculosus.*	*Fucus nodosus.*	*Fucus serratus.*
Report.....	39,25	30,91	35,26	37,06
Magnésie.....	6,86	6,12	9,91	10,29
Sesquioxyde de fer...	0,57	0,28	0,26	0,30
Chlorure de sodium..	26,18	21,45	18,28	16,56
Iodure de sodium....	3,34	0,32	0,49	1,18
Acide sulfurique.....	12,23	24,06	24,20	18,59
Acide phosphorique..	2,36	1,16	1,38	3,89
Silice.....	1,44	1,15	1,09	0,38
Acide carbonique....	8,10	1,20	3,74	7,97
Charbon.....	0,53	13,89	6,65	3,15
	100,86	100,54	101,06	99,37

Les cendres de varechs sont rarement employées pures; en Grande-Bretagne, on brûle seulement à moitié les plantes, et l'engrais ainsi obtenu participe en même temps de l'action des sels et de celle des matières organiques en décomposition.

A Noirmoutiers, elles entrent comme base d'un compost connu sous le nom d'engrais de Noirmoutiers, préparé avec du goëmon frais, de la terre, des sables de mer, du fumier, du sel marin, des coquilles; le tout mélangé, mis en forme, arrosé avec de l'eau de mer et recoupé de temps en temps, jusqu'à ce qu'il ait pris l'aspect de terreau.

Cet engrais convient à toutes les cultures; mais il est préférable d'employer un mélange de fumier et de cendres, que l'on peut préparer soi-même et dont on connaît par suite exactement la composition.

Les cendres pures de varechs se répandent sur les terres alternativement avec les fumures ordinaires, à la dose de 30 hectolitres par hectare, tandis que la dose de l'engrais de Noirmoutiers est de 100 hectolitres environ.

Les *cendres de fumier* sont le résultat d'une pratique pernicieuse à l'agriculture, causée par le manque de combustibles, et qui fait que l'on remplace ceux-ci par des mottes préparées avec les excréments des animaux, et particulièrement avec les bouses de vache séchées au soleil.

Cette pratique, surtout répandue dans la Bretagne et dans la Vendée, s'appuie aussi en partie sur les idées étroites des cultivateurs, qui attribuent au fumier des vertus nuisibles à leur terre, et qui croient trouver un bénéfice dans la vente de ce produit, bénéfice qui serait cependant amplement compensé par l'emploi des fumiers en nature dans leur exploitation.

La combustion fait perdre aux fumiers par la volatilisation presque tous leurs composés azotés, et ne laisse qu'une cendre à laquelle par l'analyse on trouve la composition suivante :

Matières organiques.	9,00
Sels solubles dans l'eau.	2,15
Silice.	59,80
Carbonate de chaux.	17,55
Alumine, oxyde de fer, phosphate de chaux.	11,00
Magnésie et perte.	0,50
	100,00

Les *cendres d'écobuage* sont les produits obtenus dans l'opération de l'écobuage.

L'*écobuage* consiste à lever la couche superficielle du terrain par mottes semblables à celles que l'on fait en levant le gazon, à disposer cette partie du sol, très-riche en débris organiques, d'une façon analogue aux fourneaux à charbon, et à mettre le feu à ces fourneaux. La combustion lente des matières organiques mélangées à la terre empêche la déperdition dans l'air des matières volatiles développées dans la combustion.

L'écobuage a pour avantage de hâter l'action fertilisante des composés organiques contenus dans le sol, en activant leur destruction.

Il agit non-seulement par les cendres des débris végétaux formés pendant la combustion, mais encore par la transformation partielle que cette opération fait subir aux matières composantes du terrain. L'argile légèrement calcinée le rend plus léger et moins tenace. Le carbonate calcaire partiellement transformé en chaux vive agit comme cette substance. L'oxyde de fer réduit en partie sous l'influence des matières organiques en combustion se charge d'ammoniaque en s'oxydant de nouveau sous l'influence de l'air. Enfin, les matières azotées transformées en gaz au contact des terres, et absorbées par elles à l'état naissant, sont bien plus aptes à fournir les aliments nécessaires à la plante, et semblent agir dans cette opération à la façon de la suie.

La formation d'ammoniaque est d'autant plus grande que la matière met plus de temps à refroidir ; aussi doit-on attendre quelque temps avant de répandre sur le sol les produits de l'écobuage.

Cette opération ne peut être avantageuse qu'autant que les terres

sont très-riches en débris organiques; dans les terrains peu chargés de ces matières elle ne peut fournir de résultats pratiques.

L'action particulière qu'elle a sur les composants du sol doit la faire appliquer surtout dans les terres tenaces ; les terres légères en général auraient à souffrir de son emploi.

Les *cendres de tourbe* ont une action toute différente des autres cendres ; leur composition est aussi fort différente. Elles sont surtout riches en carbonate et en sulfate de chaux ; les alcalis y sont en très-petite quantité, et elles ne contiennent pas de phosphates. Ces éléments principaux sont alliés à de petites quantités d'oxyde de fer, d'alumine, d'argile et de silice.

L'analyse des cendres de tourbe des marais de Sceaux près Château-Landon (Seine-et-Marne) y a fait constater la présence de ces substances dans les proportions suivantes :

Carbonate de potasse	0,5
Chaux caustique et carbonatée	63,0
Argile	7,5
Silice gélatineuse	15,0
Alumine	7,0
Oxyde de fer	7,0
	100,0

La cendre de tourbe de Haguenau (Bas-Rhin) a fourni :

Potasse et soude	2,3
Chaux	6,0
Magnésie	0,6
Alumine	16,2
Oxyde de fer	3,7
Silice et sable	65,5
Acide sulfurique	5,4
Chlore	0,3
	100,0

La proportion du sulfate de chaux s'y élève jusqu'à 25 pour 100, et les alcalis ne représentent quelquefois que les quatre centièmes de la masse.

Les cendres de tourbe de bonne qualité sont blanches ou d'un gris tirant sur le blanc; elles sont légères et le poids de l'hectolitre

ne dépasse pas 50 kilogrammes. On doit rejeter celles dont le poids dépasse 60 kilogrammes et dont la couleur est foncée, car elles sont le résultat d'une fraude, qui consiste en une addition de terre.

Comme tous les engrais calcaires, leur action est surtout remarquable dans les terres argileuses; leurs effets se font particulièrement ressentir dans la culture du trèfle et de la luzerne. On étend cependant aussi leur usage à toutes les autres cultures.

La dose que l'on emploie est extrêmement variable, mais toujours fort élevée; elle est comprise entre 50 et 100 hectolitres.

Lorsqu'on élève ainsi la dose on les répand en deux fois, à des époques différentes, au commencement et à la fin de l'hiver.

Leur usage doit toujours alterner avec celui des engrais végétaux, d'autant plus que ces cendres sont privées complétement de phosphates.

MM. Moride et Bobierre attribuent cette absence de phosphates dans des composés dérivant du règne végétal à ce que ces sels devenus solubles ont été entraînés par les eaux, et ils regardent l'acide carbonique qui se dégage fort abondamment pendant la transformation des débris végétaux en tourbe comme l'agent sous l'influence duquel ce changement d'état a eu lieu.

Les cendres de la tourbe provenant des tourbières voisines de la mer et qui ont été longtemps recouvertes par ses eaux sont les plus estimées. Elles doivent cette valeur supérieure à la quantité assez appréciable de carbonate de soude et de chlorure de sodium qu'elles renferment. Telle est la raison de la supériorité des cendres de tourbe de Hollande et de Belgique connues sous le nom de *cendres de mer*.

Les tourbes pyriteuses fournissent des cendres riches en sulfures de fer; elles doivent être employées avec précaution, pour éviter l'action corrosive du sulfate de fer qu'elles forment lorsqu'elles sont exposées à l'air, car ce sel est très-nuisible aux végétaux lorsqu'il est en excès. Leur emploi n'est pas à redouter comme absorbant des jus de fumier, car alors leurs sulfures se décomposent, et dans ce cas elles remplacent fort bien les cendres de tourbe ordinaire dont on a fait ainsi usage toujours avec grand avantage.

Les *cendres de houille* sont formées en grande partie d'argile unie à de petites quantités de chaux et quelquefois de sels alcalins. On y a trouvé jusqu'à un centième d'alcali, combiné le plus souvent à l'acide sulfurique.

Une houille de Saint-Étienne de très-bonne qualité a fourni une cendre dans laquelle l'analyse a indiqué :

Argile et matières inattaquables par les acides.	62
Alumine.	5
Chaux.	6
Magnésie.	8
Oxyde de manganèse.	3
Oxyde et sulfure de fer.	16
	100

D'après cette composition, on peut prévoir que leur action est différente de celle des autres cendres ; elles semblent devoir se rapprocher des marnes argileuses et ferrugineuses. Elles agissent surtout sur les terres argileuses profondes et tenaces ; elles les ameublissent. L'oxyde de fer qu'elles contiennent rend de plus leur usage favorable dans les terres blanches, en les colorant, et par suite en facilitant leur échauffement. Elles sont employées avec avantage en Hollande et en Angleterre, ainsi que dans quelques parties de la France, à la dose de 40 à 50 hectolitres par hectare. Leur action est d'assez courte durée, et cependant on ne doit pas en répéter trop fréquemment l'emploi, à cause du trop grand ameublissement qu'elles donnent au sol.

Les *cendres pyriteuses* s'emploient à deux états, à l'état naturel, sous le nom de cendres noires, et après avoir été brûlées, sous le nom de cendres rouges.

Les cendres noires sont des matières terreuses de couleur noirâtre, ayant l'apparence de cendres et renfermant, outre des pyrites de fer, du sulfate d'alumine, des sulfates et des carbonates de chaux, des produits de décomposition de végétaux, etc.

On les rencontre en bancs d'une plus ou moins grande épaisseur, à la surface ou près de la surface du sol, dans les départements du nord de la France, mais particulièrement dans l'Aisne et dans la Somme.

MM. Payen et Boussingault y ont trouvé près de 10 pour 100 d'eau, et 65 dix-millièmes d'azote.

On les emploie principalement en Belgique et en Hollande, dans les sols calcaires ou fréquemment marnés.

La dose est d'environ 10 hectolitres par hectare ; la durée de l'action ne dépasse pas cinq ans ; souvent on les répand mélangées à du fumier.

Lorsque l'on entasse les cendres noires, bientôt la masse s'échauffe, s'enflamme et brûle; le résidu qui en provient est d'une couleur rougeâtre, qui lui a fait donner le nom de cendres rouges.

Elles s'emploient beaucoup plus sous cette forme qu'à l'état naturel; en général, avant d'en faire usage on les soumet à la lixiviation pour en retirer les sulfates qu'elles contiennent.

Les cendres rouges non lessivées sont considérées comme aussi actives que le double de leur poids de cendres noires; mais après le lessivage leur action est beaucoup plus faible. Leur action doit être attribuée à l'azote qu'elles contiennent et aussi aux sulfates dont l'action peut être assimilée à celle du plâtre, qui d'ailleurs entre en partie dans leur composition.

MM. Girardin et Bidard ont trouvé que les cendres rouges de Forges-les-Eaux, dans la Seine-Inférieure, dont les gisements et la composition ont la plus grande analogie avec ceux des cendres de Picardie, contenaient pour 100 de cendres lessivées marchandes :

Eau	24
Matières desséchées	76

Celles-ci avaient la composition suivante :

Matières solubles dans l'eau...	4,53	Matières organiques ou humus soluble.....	2,74
		Sulfate ferreux..... / Sulfate ferrique.....	1,79
Matières insolubles dans l'eau.	95,47	Humus insoluble.....	49,83
		Sulfure de fer..... / Oxyde ferrique.....	6,72
		Sable fin.....	38,92
	100,00		100,00
Azote pour 100 de matières sèches.....			2,72

Les cendres rouges lessivées doivent leur action énergique à la quantité d'azote qu'elles contiennent, qui, quoique variable, est toujours considérable, car cet azote a pour origine non-seulement les matières premières, mais encore l'air, comme dans l'écobuage; la combustion s'opère dans des conditions favorables à sa fixation. La couleur foncée de ces cendres les rend, comme celles de houille, utiles sur les terrains peu colorés; enfin, l'humus, qui s'y trouve en si grande proportion, fournit amplement à la nourriture végétale. Comme les cendres noires, elles sont surtout convenables dans les terrains calcaires et marnés.

Suie. Ce produit de la combustion du bois et de la houille est un excellent engrais, que l'on emploie avec avantage sur toutes les cultures. Son action est très-énergique dans les prés humides, où elle détruit les mauvaises herbes.

On la répand à la dose de 20 hectolitres par hectare, en couverture, par un temps humide, un temps sec détruisant en partie son action et pouvant la rendre nuisible aux jeunes plantes avec lesquelles elle serait en contact. La suie de houille est considérée comme la plus active, et son analyse en donne l'explication, car à poids égal elle est la plus riche en azote; d'après les analyses de M. Boussingault, elle en renferme 1,35 pour 100, et celles de bois 1,15 pour 100 seulement.

De plus, la suie de houille étant plus dense que celle de bois, un hectolitre en contient davantage et la proportion d'azote s'en élève en conséquence.

Ce gaz n'est pas le seul produit qui rende la suie favorable à la végétation, et pour s'en convaincre il suffit de connaître les éléments que Braconnot y a déterminés par l'analyse :

Acide humique	30,0
Matière azotée soluble dans l'eau et insoluble dans l'alcool	20,0
Carbonate de chaux	14,7
— de magnésie	traces.
Sulfate de chaux	5,0
Phosphate de chaux ferrugineux	1,5
Acétate de potasse	4,1
— de chaux	5,7
— de magnésie	0,5
— d'ammoniaque	0,2
— de fer	traces.
Chlorure de potassium	0,4
Silice	1,0
Matière carbonacée insoluble dans la potasse	3,9
Matière âcre et amère indéterminée	0,5
Eau	12,5
	100,0

Les matières organiques qu'elle renferme et le carbonate de chaux, qui s'y trouve en quantité fort appréciable, ne doivent pas

être sans participer à son action. Ce dernier principalement rend bien compte de l'avantage que l'on obtient de son épandage sur les trèfles et les luzernes.

La suie n'est pas seulement employée comme engrais, on la répand aussi en Belgique sur les semis de colza et dans les plantations de houblon, pour les préserver des insectes.

Composts minéraux. Les composts minéraux sont des engrais artificiels, qui ont pour but de représenter à un état facilement assimilable l'azote et les matières minérales que doivent contenir les récoltes que l'on veut produire.

Ces engrais se divisent en une foule de genres, différant tous par leur composition, appropriée à la culture à laquelle on doit les appliquer.

Nous donnerons ici la composition de quelques-uns des plus importants.

Le docteur Delattre a proposé une suite de formules pour engrais appliqués à toutes les cultures, que nous allons indiquer après avoir donné la préparation des matériaux qu'il y fait entrer.

Carbonate basique de chaux et de potasse. On le prépare en projetant par parties dans une chaudière de fonte chauffée au rouge un mélange à parties égales de craie et de carbonate de potasse pulvérisés, et agitant jusqu'à fusion complète, laissant ensuite refroidir, pulvérisant et conservant pour l'emploi.

Phosphate basique de chaux et de potasse. On le prépare de même en remplaçant la craie par les os calcinés pulvérisés.

Silicate soluble de potasse. Il se prépare en fondant à une haute température dans un creuset pendant six heures un mélange de 22 parties de sable fin, 5 parties de carbonate de potasse et 2 parties de poussier de charbon pulvérisé. La matière vitreuse refroidie est pulvérisée et conservée pour l'emploi :

Engrais pour les céréales.

Carbonate basique de chaux et de potasse.	8
Phosphate basique de chaux et de potasse.	2
Plâtre crû en poudre.	1
Os calcinés au noir et pulvérisés.	2
Silicate soluble de potasse.	3
Sulfate d'ammoniaque.	2

Engrais pour légumineuses (trèfle, vesce, luzerne, pois, haricots, etc.).

Carbonate basique de chaux et de potasse..	12
Phosphate basique de chaux et de potasse	3
Sel marin.	0,5
Silicate soluble de potasse.	1
Plâtre crû moulu.	4
Sulfate d'ammoniaque.	2

Engrais pour navets, carottes, betteraves, choux, colzas, pommes de terre.

Carbonate basique de chaux et de potasse.	20
Phosphate basique de chaux et de potasse.	4
Plâtre.	1
Sulfate d'ammoniaque.	6

Ces engrais, suivant leur auteur, s'emploient après un premier labour, à la dose de 200 kilogrammes par hectare, dans les terres argileuses préalablement marnées, et de 400 kilogrammes dans les terres légères. On bine ensuite et l'on sème.

En Angleterre, on emploie les phosphates de chaux passés à l'état de phosphate acide dans des combinaisons qui ont la prétention d'être aussi des engrais complets et dont voici la composition, d'après des analyses dues à M. Way, chimiste de la Société royale d'agriculture de Londres :

QUALITÉ SUPÉRIEURE.

	n° 1.	n° 2.	n° 3.
Humidité.....	14,71	9,66	3,75
Matière organique et sels ammoniacaux.	10,18	14,50	21,35
Phosphate acide de chaux soluble.....	18,50	14,34	15,45
Phosphate tribasique de chaux insoluble.	6,35	15,72	1,12
Sable..	9,98	2,83	9,72
Sulfate de chaux hydraté.....	36,63	36,12	40,04
Sels alcalins.....	3,65	6,83	8,57
	100,00	100,00	100,00

QUALITÉ INFÉRIEURE.

	n° 1.	n° 2.	n° 3.
Humidité	11,58	11,83	9,18
Matière organique et sels ammoniacaux	8,33	5,21	8,60
Phosphate acide de chaux soluble	1,61	2,58	2,90
Phosphate tribasique de chaux insoluble	23,45	0,06	18,79
Sable	6,41	5,07	7,41
Sulfate de chaux hydraté	26,69	74,98	50,08
Sels alcalins	21,93	0,27	3,04
	100,00	100,00	100,00

Tous ces mélanges, dont les éléments sont extrêmement variables, tout en contenant les mêmes substances que les fumiers de ferme, n'ont jamais rendu les mêmes services que ceux-ci. D'ailleurs leur prix beaucoup trop élevé, relativement à leur valeur fertilisante, en fait rejeter à juste raison l'emploi par les agriculteurs.

ENGRAIS ORGANIQUES.

Les engrais organiques comprennent toutes les substances du règne végétal et du règne animal que l'on fournit au sol, soit seules, soit mélangées pour constituer les aliments nécessaires à la végétation.

Les éléments qui composent les matières organiques n'agissent dans la nutrition des végétaux qu'après leur séparation plus ou moins complète par la fermentation. Elle a lieu sous l'influence des agents atmosphériques; dès que la mort a atteint le sujet, les composants tendent à prendre la forme la plus stable et la plus simple, qui les fait rentrer dans la série des corps inorganiques. Les engrais organiques peuvent se diviser, suivant leur origine, en trois catégories, 1° engrais végétaux, 2° engrais animaux, et 3° engrais mixtes, c'est-à-dire provenant du mélange de substances appartenant aux deux classes précédentes.

ENGRAIS VÉGÉTAUX.

Les matières végétales doivent leur propriété fertilisante aux éléments minéraux qu'elles ont puisés dans le sol, qu'elles lui rendent sous une forme plus facilement assimilable par les plantes, et aux éléments organiques carbonés et azotés que la terre et l'atmosphère leur ont fournis.

Les engrais végétaux peuvent avoir pour origine le sol qu'ils sont destinés à fumer, ou bien ils peuvent y avoir été transportés, soit à l'état frais, soit à l'état sec. Les végétaux transportés à l'état sec sont entiers ou sont à l'état de débris provenant des parties qui ne sont pas employées dans l'alimentation ou l'industrie. On ne les enfouit en général qu'après les avoir soumis à une fermentation plus ou moins avancée. Les végétaux verts sont employés avant la fermentation, celle-ci se développant assez facilement dans la terre.

Les engrais végétaux peuvent être divisés, suivant leur origine, en trois catégories.

1° Végétaux transportés pour être enfouis ;

2° Débris de végétaux, résidus d'industrie;

3° Végétaux enfouis dans le sol qui les a produits.

Végétaux transportés pour être enfouis. Les végétaux entiers et les parties de végétaux ne sont pas toujours soumis à la fermentation avant d'être enfouis dans le sol.

Les végétaux dont on fait usage comme engrais avant la fermentation sont assez nombreux ; on les prend généralement à l'état vert, pour que leur destruction dans le sein de la terre s'accomplisse plus facilement.

Ceux que l'on enfouit entiers sont récoltés sur les terrains en friche, et sont un moyen d'amener dans les terrains de culture les éléments fertiles de ceux-là.

Les plus communément employés sont les fougères, les bruyères, le buis, les roseaux, les varechs.

La *fougère*, à cause de la quantité assez grande de potasse qu'elle contient, produit de bons effets ainsi enfouie en vert dans les sols qui sont dépourvus de cette base.

La *bruyère* s'emploie à l'état sec, et l'on a soin de séparer par le battage les feuilles des tiges, qui, contenant une bien plus grande quantité d'azote que le bois, agissent avec plus d'énergie et sont d'ailleurs beaucoup plus promptement détruites dans le sol. Elles renferment à l'état sec jusqu'à 1,74 d'azote pour 100.

Le *buis*, fort commun sur les montagnes calcaires, est, par la quantité assez considérable d'azote qu'il contient, employé avec avantage dans quelques communes du Gard, de la Drôme, des Basses-Alpes et de l'Ain. Mais la grande étendue de terrain nécessaire pour fournir à l'alimentation végétale d'une contrée assez restreinte n'en rend l'usage applicable que pour de petites étendues

de territoire. On n'emploie le buis qu'après l'avoir disposé à la fermentation en l'exposant, dans les chemins et dans les cours, à l'écrasement sous les pieds des hommes et des animaux.

Le buis est plus riche en azote que le bon fumier à l'état frais; il contient 1,17 pour 100 d'azote, et à l'état sec 2,89 pour 100, d'après MM. Boussingault et Payen.

Le *roseau* (*arundo phragmites*) est extrêmement employé dans le midi de la France, dans les contrées avoisinant les marais.

On le coupe au moment de sa floraison; on le transporte et on l'emploie après l'avoir laissé sécher au soleil. A cet état il renferme, d'après M. Payen, 20 pour 100 d'eau et 0,75 pour 100 d'azote.

Sur les bords du Rhône, on s'en sert presque exclusivement pour la fumure de la vigne. La durée de son action dans ce cas est évaluée à dix ans. En Provence, on l'emploie dans la culture des oliviers, et on répète cette fumure tous les deux ans.

Le *goëmon* ou varech, dont nous avons vu l'usage des cendres comme engrais, s'emploie aussi à l'état entier, enfoui immédiatement après avoir été dépouillé de son excès de sel par l'exposition à la pluie, ou bien après avoir subi un commencement de fermentation.

Cet engrais agit sur le sol par la matière azotée qu'il contient et par ses éléments salins. Il est surtout favorable à la culture de la pomme de terre.

La richesse de cet engrais varie avec les espèces de varechs qui le fournissent, car elles ne contiennent pas toutes la même quantité d'azote; cette quantité est assez différente, ainsi que nous l'indiquent les résultats suivants, fournis par leur analyse :

	Azote pour 100	
	d'engrais desséché à l'air.	d'engrais complétement sec à + 110°.
Fucus saccharinus.....	1,30	2,29
— *digitatus*.....	0,90	1,41
— *vesiculosus*	0,20 (frais)	1,57
— *ceramium rubrum*.....	0,23 (frais)	2,03

Nous devons rapprocher du goëmon un engrais trouvé dans une anse de la commune de Kerouan (Finistère), formant un banc considérable, composé de goëmon fossile recouvert par du sable. Il a l'aspect d'une masse homogène, cohérente, à texture feuilletée, susceptible de prendre le poli.

Sa composition le rapproche des meilleurs engrais; à l'état sec il renferme :

Matières organiques			83,3
Sels solubles dans l'eau...	Chlorures...	de magnésium....	8,0
		de calcium.....	
		de sodium.....	
	Sulfates	de potasse.....	
		de soude.....	
		de magnésie.....	
Carbonates de chaux et de magnésie			1,7
Alumine et oxyde de fer			3,0
Silice			4,0
			100,0
Azote pour 100			1,8

Les *feuilles* des arbres sont un excellent engrais; mais en général on aime mieux s'en servir pour la nourriture des animaux ou comme litière que de les employer directement.

Les jardiniers sont presque les seuls qui en fassent usage, dans la confection de leurs terreaux, et la quantité d'azote qu'elles renferment rend compte de l'énergie qu'elles leur communiquent.

	Azote pour 100	
	de feuilles à l'état ordinaire.	de feuilles séchées à + 110°.
Feuilles de poirier (tombées en automne).	1,36	1,59
— de chêne id.	1,18	1,57
— de peuplier id.	0,75	1,77
— de hêtre id.	1,18	1,91
— d'acacia id.	0,72	1,56
— d'orme.....	0,73	1,98
— de vigne.....	0,35	1,44

Dans quelques contrées, on fume les vignes avec les *sarments* qu'elles ont produits, qu'on enterre à l'état frais; sans nous étendre sous le point de vue économique et ne considérant que l'épuisement du sol produit par la masse assez grande de bois que fournit un hectare de vigne et la richesse des cendres de sarment en sels alcalins, nous devons considérer cette pratique, qui fait que le terrain ne perd que ce que lui soutire le raisin, comme excellente et devant être très-favorable à la production. Les engrais verts ne peuvent être employés indifféremment dans toutes les contrées; il faut nécessairement pour sanctionner leur usage le voisinage des lieux de produc-

tion ; sans cela le transport élèverait bientôt leur prix au-dessus de leur valeur fertilisante.

Débris de végétaux, résidus d'usine. Les débris de végétaux que nous avons à considérer comme engrais sont principalement les résidus du travail des usines ; mais à côté d'eux, et en première ligne, on doit placer ceux qui proviennent de la décomposition spontanée des végétaux, comme le terreau et la tourbe.

Le *terreau* est le produit de la décomposition incomplète des végétaux ; on y distingue trois corps spéciaux différents, l'humus, formant les matières en voie de décomposition, l'acide humique, produit de cette décomposition, et le pourri, portion qui n'est plus susceptible de se transformer.

Dans l'humus l'on rencontre encore des principes azotés ; dans les autres parties il ne faut chercher que l'état physique, propre à modifier la nature du sol auquel on les mêle. Le terreau peut être employé avec avantage lorsqu'on le trouve très-près des localités que l'on veut fertiliser ; mais en dehors d'un rayon très-restreint près de ses gisements, les étangs, les marais et les vieux pâturages, le peu d'azote qu'il renferme, 0,12 pour 100, ne compense pas les frais de transport.

La *tourbe* dans les pays où on ne peut l'employer d'une façon plus avantageuse a été proposée comme engrais.

La petite quantité d'azote qu'elle renferme contribue avec le tannin qu'elle contient à en faire un engrais assez médiocre. La masse de carbone dont elle est en grande partie formée peut cependant rendre son emploi favorable dans quelques terrains, après qu'on a corrigé son acidité. En général on en fait usage dans la fabrication des composts et des litières, où les autres agents qu'elle rencontre neutralisent ses propriétés défavorables.

L'air seul peut effectuer cette désacidification, et de la tourbe peut être enfouie dans le sol comme source de carbone après une exposition assez longue à l'air.

Quelques tourbes cependant, qui contiennent une quantité plus considérable d'azote, peuvent être employées avec avantage comme source d'ammoniaque ; telle est la tourbe marine que l'on rencontre sur les côtes du Calvados, entre les embouchures de l'Orne et de la Seulhe, formée par une couche de végétaux terrestres enfouis dans le sable. Cette tourbe renferme, d'après les analyses de M. Isidore Pierre, 0,85 pour 100 d'azote lorsqu'elle est simplement desséchée à l'air, et de 1,42 à 1,67 quand elle a été desséchée à + 110°.

Les résidus végétaux des usines sont très-variés; parmi eux, les plus importants, le tan épuisé, les marcs des substances oléagineuses, ceux des matières saccharines, les eaux chargées de matières végétales par des opérations industrielles méritent spécialement d'être examinés comme engrais.

Le *tan*, après avoir servi pour la fabrication des cuirs, peut être employé avec avantage comme engrais, malgré le tannin qu'il renferme. La quantité d'azote qui y est contenue doit être supérieure à celle du fumier, puisque le bois de chêne sec en dose environ 0,72 pour 100. De plus, il est une source abondante de carbone. Avant d'en faire usage, il est nécessaire de le mélanger avec un peu de chaux pour saturer son acidité.

A côté du tan on doit ranger le *marc de café*, qui aujourd'hui se rencontre en assez grande quantité pour être étudié d'une manière spéciale comme matière fertilisante. Ce résidu est un engrais très-actif, surtout lorsqu'on le met dans des conditions favorables à une prompte décomposition. D'après M. Isidore Pierre, le marc de café contient 1,85 pour 100 d'azote, et 11,2 pour 100 d'acide phosphorique, représentant à peu près 23 pour 100 de phosphates. La durée de son action est de deux ans.

Les *graines* sont en général la partie la plus azotée du végétal. Leur usage comme engrais serait extrêmement avantageux si leur prix répondait à cette quantité d'éléments fertilisants; mais le plus souvent leur valeur empêche cet emploi, et les parties seulement de graines provenant de l'extraction de l'huile qu'elles renferment sont quelquefois employées.

Les graines soumises à la pression pour en retirer l'huile laissent après cette extraction une partie solide qui porte le nom de marc, très-riche en azote, car elle contient presque exclusivement celui de la graine.

Les *marcs* provenant de l'extraction des *huiles* sont désignés sous le nom de *tourteaux* lorsqu'ils se présentent sous la forme de pains, comme dans l'industrie.

Les marcs ne sont pas toujours employés comme engrais; souvent on s'en sert dans l'alimentation du bétail.

Les tourteaux sont répandus avec avantage dans les terres légères, sablonneuses, pour la culture du colza, du blé, du chanvre.

Tantôt on les répand à la volée, après les avoir réduits en poudre, tantôt on les fait fermenter dans des eaux chargées de matières végétales ou animales, avec lesquelles on arrose ensuite les champs.

Quelques agronomes ont attribué à l'huile contenue dans les tourteaux leur action fertilisante, et ont été jusqu'à proposer de remplacer les tourteaux naturels par des cendres de houille imprégnées avec une quantité d'huile proportionnelle à celle que les tourteaux renferment ordinairement. Rien cependant ne semble devoir faire attribuer à l'huile une propriété aussi active ; au contraire, d'après des expériences répétées, le tourteau semé avec la graine sur le champ pourrait être très-défavorable à sa germination. L'huile qu'il contient imprégnant complétement la surface de la semence empêche l'action de l'air et de l'humidité sur la plantule et par suite le développement de celle-ci. Cet effet funeste pourra toujours être évité en ayant soin d'employer le tourteau humide et même légèrement fermenté.

M. Kuhlmann, par des expériences sur l'emploi de l'huile pure mêlée à du sable chaud, a prouvé directement ce que les autres expérimentateurs ne faisaient que combattre d'une manière détournée.

A la dose de 600 kilogr. par hectare l'huile a diminué de près du cinquième le rendement d'une prairie naturelle ; à celle de 300 kilogr., il a obtenu une augmentation de 5 pour 100 sur la récolte.

En général, les tourteaux les plus privés d'huile doivent être préférés, car en même temps qu'il est reconnu que ce liquide n'est pas favorable à la récolte, les tourteaux contiennent à sa place sous le même poids une quantité plus grande de marc et par suite d'azote.

Les tourteaux contiennent tous une proportion d'azote supérieure à 3 pour 100 ; cependant leur composition varie avec leur origine.

D'après MM. Girardin et Soubeiran, les tourteaux de cameline, de faîne de chanvre, de colza, d'arachide, de lin, d'œillette et de sésame, qui sont les plus employés, sont formés, pour 100 parties, de :

	Eau.	Huile.	Matière organiq.	Cendres.
Tourteaux de cameline..	145	122	658	83
— de faînes. . .	140	40	758	62
— de chanvre. .	138	63	694	105
— de colza. . . .	132	141	662	65
Tourteaux d'arachide. .	120	120	710	50
— de lin. . . .	110	120	700	70
— d'œillette. . .	110	142	623	125
— de sésame. .	110	130	665	95

ɹes cendres contiennent toutes des sulfates, excepté celles du rteau de chanvre. Elles renferment toutes des sels calcaires, exɹté toutefois celles du tourteau d'arachide. Enfin, elles renferment tes des sels solubles et de l'acide phosphorique dans les proporɹs suivantes :

	Pour 1,000 parties de cendres. Sels solubles.	Pour 1,000 parties de tourteaux. Acide phosphorique.	
Arachide	27	118	6
Cameline	10	246	20
Chanvre	58	328	41
Colza	13	325	21
Faînes	12	162	10
Lin	70	328	23
Œillette	62	344	43
Sésame	57	162	15

Les acides sulfurique, phosphorique et carbonique sont combinés ns les cendres de tourteaux à la potasse, à la soude, à la chaux et a magnésie. On y rencontre aussi de la silice.

D'après MM. Payen et Boussingault, la richesse des tourteaux en ɔte est représentée par les nombres suivants :

	Pour 100 de matière sèche.	Pour 100 de matière à l'état naturel.
Tourteaux d'arachide	8,89	8,23
— de sésame	7,47	6,79
— de lin	6,00	5,20
— de cameline	5,93	5,515
— de *madia sativa*	5,70	5,06
— de pavot	5,70	5,36
— de noix	5,59	5,24
— de colza	5,50	4,92
— de chènevis	4,78	4,21
— de coton	4,524	4,02
— de faînes	3,53	3,31
— de thlaspi		3,56

Le tourteau d'arachide, malgré la quantité d'azote qu'il renferme, ɹpérieure à celle qui est contenue dans tous les autres, est cependant férieur comme action à celui de colza ; mais on doit attribuer cette

discordance apparente à ce que le dosage de M. Payen a été fait sur un tourteau décortiqué, tandis que dans l'industrie l'enveloppe corticale en fait toujours partie, ce qui réduit sa quantité d'azote à 6,07 pour 100; on doit tenir compte aussi de la minime quantité de phosphates qu'il contient relativement.

Le *marc d'olives* est beaucoup moins riche en azote que les tourteaux de graines : il n'en contient que 0,77 pour 100 à l'état sec. Son usage comme engrais est assez restreint. Dans le midi, où le bois est rare, on préfère s'en servir comme combustible. Quelques personnes cependant le font fermenter dans des citernes avec de l'eau, et se servent ensuite de celle-ci pour l'arrosage des jeunes pieds d'oliviers dans les plantations.

Le *marc de raisin* est le résidu sec provenant de l'extraction du moût de ce fruit; il est composé de la râfle, des pulpes et des semences; le produit séché à l'air contient de 1,71 à 1,83 d'azote pour 100; desséché complétement, il en renferme de 3,31 à 3,56 pour 100. Au sortir du pressoir, il est rarement employé comme engrais; en général, il est distillé après avoir été soumis quelque temps à la fermentation. Privé de son alcool, sa composition comme matière fertilisante n'est pas différente de celle qu'il avait à l'état frais après l'expression. C'est une substance riche en azote et en sels alcalins; on le considère comme le meilleur engrais que l'on puisse fournir à la vigne, à la culture de laquelle il est presque exclusivement consacré. Souvent, au lieu de brûler les marcs, on les épuise par l'eau pour fournir une boisson connue sous le nom de piquette. Après ce traitement, son action fertilisante est beaucoup plus faible, car il a perdu par cette opération une grande partie de ses sels solubles.

Les *marcs de pommes et de poires à cidre,* beaucoup plus abondants que ceux de raisin, ne contiennent pas malheureusement une aussi grande quantité d'azote.

En général la proportion qu'ils en renferment après avoir été séchés à l'air est de 6 pour 1,000.

L'acidité qu'ils contractent assez promptement par leur exposition à l'air exige quelques précautions dans l'usage qu'on en fait comme engrais.

Ils peuvent sans inconvénient être employés purs dans les terrains calcaires si l'on a le soin de les enterrer immédiatement après l'épandage; le carbonate de chaux qu'ils y rencontrent neutralise leur acidité.

On a recommandé de les combiner à la chaux avant de s'en servir; mais cette pratique a pour inconvénients de trop hâter la décomposition de cette matière, déjà peu stable par elle-même, et de laisser perdre une partie de son azote.

Mélangés aux fumiers de basse-cour, ces marcs rendent de bons services, leur acidité empêchant le dégagement des gaz ammoniacaux que les fumiers laissent échapper pendant la fermentation.

La *pulpe de betterave*, quel que soit le traitement qu'on lui ait fait subir pour l'extraction des jus sucrés, est rarement employée comme engrais; pour la nourriture des bestiaux, on la considère, comme peu inférieure à la racine elle-même. Cependant quelquefois sa production dépassant sa consommation, la difficulté qu'on a à la conserver la fait répandre sur les terrains ou mêler aux fumiers.

La pulpe de betterave séchée à l'air renferme 1,14 pour 100 d'azote; mais en sortant des presses, la proportion ne s'en élève qu'à 0,37 pour 100, à cause de l'eau qu'elle contient.

C'est un bon engrais, mais il est inférieur à la *pulpe des pommes de terre*, qui, comme la pulpe de betterave, n'est employée à la fertilisation du sol que dans les temps d'abondance. La pulpe des pommes de terre sèche renferme 1,95 pour 100 d'azote, mais en sortant de la presse elle n'en contient que 0,53 pour 100.

Les *eaux de lavage des féculeries* avant d'être rejetées de l'usine sont laissées dans de vastes bassins, pour qu'elles se débarrassent des matières organiques qu'elles contiennent : elles y abandonnent une matière azotée qui peut être employée à la fumure des terres aussi avantageusement que la pulpe. Les eaux elles-mêmes répandues sur le terrain y peuvent remplacer les divers genres d'engrais.

Les écumes et les dépôts de défécation des fabriques de sucre de betterave, formés par de la chaux et des matières albumineuses, pourraient être employés, car la quantité d'azote qu'ils contiennent, 0,5 pour 100, est presque égale à celle que renferme le fumier de ferme.

Les brasseries fournissent des résidus végétaux qui tous peuvent rendre des services avantageux dans l'agriculture.

Le plus important d'entre eux est formé par les plantules de l'orge germée, connues sous le nom de *touraillons*. Cette substance ne contient pas moins de 4,5 pour 100 d'azote. Son emploi peut rendre de grands services dans les terres où la conduite du fumier est difficile, car la quantité nécessaire est inférieure à 50 hectolitres par hectare; on la répand à la volée.

Les *marcs de drêche* sont aussi un bon engrais, mais leur production, peu considérable en France, ne dépasse pas la quantitée mployée pour l'alimentation du bétail. En Angleterre, où il n'en est pas de même, l'agriculture trouve un grand profit de son usage comme matière fertilisante.

Les *marcs de houblon* sont bien inférieurs aux résidus précédents, et leur emploi n'est pas différent de celui des détritus végétaux ordinaires.

Les *eaux de rouissage* du chanvre et du lin fournissent par l'évaporation un extrait très-riche en matières fertilisantes; ces eaux, qui aujourd'hui ne sont qu'une source d'infection et d'insalubrité, pourraient donc devenir un engrais puissant.

L'analyse des extraits des eaux de rouissage du chanvre et du lin ont fourni à M. Kane les résultats suivants :

	Chanvre.	Lin.
Carbone.	28,28	30,60
Hydrogène.	4,16	4,24
Azote.	3,28	2,24
Oxygène.	15,08	20,82
Cendres.	49,20	42,10
	100,00	100,00

La quantité d'extrait contenue dans ces eaux varie avec celle des matières textiles qui y ont été introduites.

Enfin, nous joindrons à cette classe de produits le *purin végétal*, que l'on emploie dans le canton de Zurich, et que l'on prépare ainsi qu'il suit, suivant le docteur Sacc : on fait fermenter 200 ou 300 kilogr. de mauvaises herbes vertes en tas dans un lieu couvert; on a soin de les remuer deux ou trois fois en quinze jours; après ce temps elles sont en pleine fermentation, et leur couleur a passé au jaune. On les jette dans une fosse contenant :

Acide sulfurique	1 kilogr.
Acide chlorhydrique.	1
Eau.	6,000 litres.

On remue le mélange tous les deux jours; au bout de quatre semaines environ il est bon à employer.

On peut aussi préparer cet engrais avec des feuilles, de la sciure de bois, et on a soin alors d'augmenter les doses d'acide suivant la difficulté que les matières éprouvent à être attaquées.

Cet engrais s'emploie sur les prairies naturelles, à la dose de 800 hectolitres; on le répand après la récolte du regain, l'expérience ayant prouvé que cette époque était la plus favorable pour utiliser toute sa richesse.

Végétaux enfouis dans le sol qui les a produits. L'enfouissement des récoltes sur place semble tout d'abord n'avoir pour résultat que la restitution à la terre arable des substances que la plante lui a enlevées. Cependant cette pratique enrichit la terre lorsque les plantes dont on fait usage sont bien choisies.

La couche inférieure du sol ne fournit les matériaux qu'elle contient qu'à l'alimentation de quelques espèces végétales à longues racines, comme la luzerne. Cette couche ne peut donc pas servir en général à la nutrition végétale qui s'opère dans la partie supérieure du sol. L'enfouissement en vert des plantes à longues racines qui ont puisé dans la partie inférieure du sol leurs éléments apporte donc dans la partie active ses principes fertilisants.

De plus, le sol seul ne fournit pas aux végétaux tous leurs principes carbonés et azotés; quelques-uns, particulièrement ceux qui ont les organes foliacés très-développés, les puisent assez largement dans l'atmosphère; leur enfouissement doit donc rendre à la terre plus d'éléments qu'ils ne lui en ont enlevés. L'enfouissement sur place remplit deux buts; il ramène dans la couche active les éléments que l'infiltration avait entraînés dans le sous-sol, et il fournit à la terre les principes que les plantes ont puisés dans l'atmosphère.

D'après les résultats que l'on cherche à obtenir, il est une époque de la vie des végétaux qui doit être choisie pour l'enfouissement en vert; c'est lorsque, après s'être gorgés le plus possible d'éléments nourriciers, ils vont entrer en fleurs. Ne cherchant plus alors leur nourriture autour d'eux, trouvant eux-mêmes les aliments nécessaires à leur végétation, ils perdent par leurs dépenses journalières une partie des principes qu'ils avaient réunis. Comme ils contiennent à cette époque une quantité supérieure d'azote répandue dans tous leurs organes, leur fermentation dans le sol s'opère avec rapidité, et ils sont capables de rendre à la récolte suivante ce qu'ils avaient gagné eux-mêmes.

L'enfouissement sur place est une des pratiques agricoles les

plus anciennes. Dans les terres riches des États-Unis, le trèfle n'est jamais coupé, on l'enfouit en vert ; il est le seul engrais que l'on fournisse à ces sols.

Les végétaux que l'on cultive comme engrais sur place sont assez nombreux ; la pratique seule indique les avantages que l'on en peut retirer dans les divers terrains. Les *prairies naturelles*, dont le fond est calcaire, s'appauvrissent assez promptement, et ont besoin d'être défrichées quelque temps pour être ramenées ensuite à leur état primitif. L'enfouissement dans ce cas procure, suivant de Gasparin, une puissance fertilisante en rapport direct avec la quantité de foin qu'elles produisent ordinairement, laquelle est représentée par 0,002 d'azote pour 100 de foin. De plus, il faut tenir compte du carbone que les terres en prairies retiennent en quantité assez grande, et qui agit physiquement par la coloration, la légèreté, la porosité et l'hygroscopicité qu'il procure au sol en même temps qu'il fournit un aliment nécessaire. Le *lupin* est un des végétaux dont la culture comme engrais est le plus répandue. Non-seulement on en sème dans les pays où sa graine vient à maturité, mais encore on le cultive dans les contrées froides du nord de l'Allemagne.

Ses avantages sont suffisamment indiqués par la quantité d'azote qu'il contient. Dans le lupin séché à l'air, elle s'élève à 1,65 pour 100.

En Italie, sa semence, après avoir été privée de sa vertu germinative par l'ébullition dans l'eau, est employée à la fumure des oliviers et des orangers. Elle contient, d'après M. Payen, 3,49 d'azote pour 100 à l'état naturel.

On enfouit aussi en vert les fèves, les vesces, le seigle, la spergule, le sarrasin, le *madia sativa*, la navette, le chanvre.

On doit assimiler aux engrais enfouis en vert tous les débris de plantes qu'on laisse sur le sol au moment de la récolte, tels que fanes de pommes de terre, feuilles de betteraves, de carottes, chaumes de céréales, racines de luzerne et de trèfle, etc., etc. Les feuilles qui tombent des arbres, les tiges de première année des plantes bisannuelles n'agissent pas différemment en restituant au sol leurs éléments. Ces débris empêchent un trop prompt appauvrissement de la terre.

La quantité d'azote contenue dans toutes ces substances indique d'ailleurs le parti qu'on en peut tirer ; d'après MM. Payen et Boussingault, elle s'élève aux proportions suivantes.

	Azote dans 100 parties	
	de matières sèches.	de matières naturelles.
Fanes de betteraves.	4,50	0,50
— de carottes.	2,94	0,85
— de pommes de terre. . .	2,30	0,55
Feuilles de hêtre.	1,91	1,18
Lupin blanc en fleur.	1,87	1,65
Racines de trèfle.	1,77	1,61
Feuilles de chêne d'automne...	1,56	1,17
— d'acacia.	1,56	0,72
Madia sativa en fleur.	1,53	0,45
Feuilles de poirier d'automne..	1,53	1,36
Feuilles de peuplier d'automne.	1,17	0,54
Paille de blé, partie inférieure.	0,43	0,41

ENGRAIS ANIMAUX.

Les engrais d'origine animale forment deux catégories bien tranchées; la première et la plus importante comprend les déjections de l'homme et des animaux, la seconde les animaux eux-mêmes après leur mort, et les diverses matières qu'ils fournissent de leur vivant, telles que poils, plumes, laine, etc.

Urines. Les urines sont, par la quantité, relativement assez considérable, que l'homme et les animaux en produisent et par leur richesse en azote et en sels, un des engrais les plus importants qu'on puisse appliquer à l'agriculture.

Nous avons étudié les diverses urines fournies par les animaux, tome VI, p. 458, nous ne reviendrons pas sur leur composition exacte; nous ne les considérerons que par rapport à leur application en agriculture.

Les urines se divisent, suivant le régime des animaux qui les fournissent, en urines d'herbivores et urines de carnivores; mais cette division, importante en chimie, à cause des éléments constitutifs différents que contiennent les unes et les autres, n'a aucune valeur en agriculture, où l'on ne considère que les principes fertilisants.

Les urines des herbivores sont rarement employées seules; en général elles sont répandues avec le fumier, qu'elles ont servi à arroser dans les fermes bien tenues, et dont elles forment la partie la plus riche.

Elles varient de composition non-seulement suivant les espèces d'animaux, mais aussi suivant la nourriture que l'on donne à l'animal.

Cependant il est des nombres, résultats d'analyses répétées, qui permettent d'apprécier leurs valeurs relatives en tenant compte de

l'azote, de l'acide phosphorique, des matières organiques et des substances minérales qu'elles contiennent. D'après M. Boussingault, les urines d'herbivores renferment des traces d'acide phosphorique; dans celle de mouton, la quantité s'en élève à 0,005 pour 1,000 et danscelle de porc à 0,05 pour 1,000; les urines des autres animaux en renferment à peine des traces.

Les urines, d'après leur richesse moyenne en azote, peuvent se classer ainsi :

	Azote par kilogr. d'urine.
Urine de chameau.	28,8
— de cheval.	17,5
— de mouton.	16,8
— de vache.	15,2
— d'homme.	14,5
— de lapin.	7,0
— de porc.	2,5

L'azote n'est pas le seul agent fertilisant des urines, les sels et les matières organiques que ces urines contiennent contribuent aussi à leur action. D'après divers expérimentateurs, ces corps s'y rencontrent dans les proportions suivantes :

	Eau.	Matières organiques.	Sels.
Homme.	952	35	13
Cheval.	876	45	79
Vache.	883	70	47
Porc.	979	5	16
Mouton.	894	80	26
Chèvre.	982	9	9

Les sels minéraux contenus dans les urines sont formés par le chlore, les acides sulfurique, phosphorique et quelquefois silicique unis à la potasse, à la soude, à la chaux, à la magnésie, et dans quelques circonstances à l'oxyde de fer.

L'urine humaine ne renferme pas d'éléments différents, la dose seule varie. D'après M. Boussingault, elle contient 0,26 pour 100 d'acide phosphorique. Les urines des animaux étant produites en présence des litières, près des lieux où elles sont utilisées, entrent naturellement dans la fabrication des fumiers dans les exploitations bien dirigées.

Les urines humaines, produites en grande quantité dans les villes,

à une distance plus ou moins grande des lieux d'emploi, sont souvent perdues, à cause de la difficulté que l'on a à les conserver et à les transporter.

Dans ces dernières années on a voulu rendre leur usage plus fréquent, et pour y atteindre on a cherché à empêcher leur prompte fermentation et à diminuer le volume de leurs éléments fertilisants. Si l'on a résolu presque complétement la première partie du problème, la solution de la seconde n'est guère plus avancée qu'auparavant.

Les urines abandonnées à elles-mêmes au contact de l'air ne tardent pas à subir une désorganisation dans le groupement de leurs molécules. L'azote combiné intimement aux matières organiques se transforme en carbonate d'ammoniaque, composé très-volatil comme on sait, et qui ne tarde pas sous cette forme à abandonner plus ou moins complétement le liquide. Les premiers essais qu'on a faits pour le retenir consistaient à acidifier les urines au moyen d'un acide minéral; le carbonate d'ammoniaque à mesure de sa formation rencontrant l'acide chlorhydrique ou l'acide sulfurique se transformait en chlorhydrate ou en sulfate d'ammoniaque, corps moins volatils et qui par suite retenaient l'ammoniaque dans le liquide.

Le pouvoir destructeur et corrosif de ces acides rendait leur usage dangereux; aussi les a-t-on remplacés par des sels à bon marché, qui en subissant la loi de la double décomposition avec le carbonate d'ammoniaque atteignent le même but sans présenter d'inconvénients. Les plus employés, à cause de l'économie de leur usage, sont les sulfates de soude, de fer, de chaux, de zinc, de magnésie, etc.; la quantité nécessaire en est assez faible pour que la dépense occasionnée n'élève pas la valeur de l'engrais. Il faut par hectolitre d'urine :

40 à 50 grammes	de plâtre.
40 à 50	de sulfate de soude.
35 à 40	de sulfate de fer.
35 à 40	de sulfates de zinc ou de magnésie.

Le plâtre se mélange en poudre fine; les sels s'emploient en dissolution.

On peut désinfecter au fur et à mesure en jetant chaque jour dans la fosse la quantité de sels en rapport avec ce qu'il y entre de liquide ou bien en mettant en une seule fois la quantité nécessaire pour la désinfection de la fosse tout entière. Chaque jour on doit avoir soin d'agiter.

Les propriétés désinfectantes du charbon ont aussi attiré l'attention ; on a préparé des engrais inodores en faisant absorber de l'urine à du charbon en petits fragments et à de la tourbe carbonisée : en même temps que les composés azotés sont sensiblement absorbés, la surface considérable que le liquide ainsi répandu offre à l'évaporation, surtout si l'on a soin de ne jamais noyer la matière solide en ajoutant trop de liquide à la fois, offre l'avantage de produire sous un poids relativement assez peu considérable un engrais inodore et cependant très-riche en principes azotés. Si au charbon on allie le sulfate de fer on pourra surtout obtenir une diminution considérable de volume sans perte sensible.

La couleur noire produite par le sulfure de fer sous l'influence du soufre contenu dans les urines a rendu son usage moins fréquent que celui des sels de zinc, qui aujourd'hui sont seuls employés dans les villes.

L'emploi du sel de magnésie a été conseillé comme un moyen de retirer sous forme solide au moins une partie des matières fertilisantes des urines dans les lieux trop éloignés des pays de culture et où le transport sous les autres formes serait impossible.

Le sulfate de magnésie en présence de l'acide phosphorique des urines forme à mesure de la décomposition des matières azotées un précipité de phosphate ammoniaco-magnésien, qui se trouve complétement déposé au bout d'un mois. Le liquide surnageant est décanté, et le dépôt, qui s'élève à environ 7 pour 1,000, est recueilli et séché. Il contient tout l'acide phosphorique et une grande partie de l'ammoniaque de l'urine.

On a aussi proposé de distiller les urines lorsque leur azote est transformé en carbonate d'ammoniaque, en présence de la chaux.

L'ammoniaque recueillie dans l'acide sulfurique est livrée sous forme de sulfate d'ammoniaque et la chaux employée dans l'opération forme dans les appareils un dépôt dont la composition indique assez le parti qu'on en peut retirer. MM. Moride et Bobierre y ont trouvé :

Chaux.	41,0
Magnésie.	1,3
Acide phosphorique.	40,2
Matières organiques et perte. . .	17,5
	100,0

Azote 2 pour 100.

L'emploi le plus avantageux que l'on puisse faire des urines est

'épandage en nature. Cet engrais convient à toutes les cultures ; mais son usage est surtout réservé aujourd'hui à la culture maraîchère, qui en retire des résultats magnifiques, et qui par son voisinage des grands centres de population est plus à même de se les procurer.

Lorsque l'on emploie les urines sur les prairies ou sur les récoltes vertes, on doit préalablement les étendre de trois ou quatre fois leur volume d'eau, car la grande quantité d'alcali qu'elles contiennent pourrait nuire et même détruire les feuilles qui en subiraient le contact.

Pour éviter ce délayage, qui rend l'opération plus coûteuse, on peut arroser les terres avec l'urine pure avant le dernier labour. Celui-ci doit suivre immédiatement, pour que les sels ammoniacaux ne se volatilisent pas en pure perte.

Souvent le dégagement rapide de ces sels occasionne non-seulement une perte dans l'air, mais encore il peut nuire à la végétation par la trop grande énergie qu'il communique au sol.

Ces effets ne sont pas à redouter lorsqu'on emploie des urines désinfectées. Les sels dans lesquels l'azote est fixé étant plus difficiles à décomposer, ce gaz se transforme moins promptement et par suite en moins grande quantité à la fois dans la forme assimilable. Les urines doivent être employées avec modération, car l'excitation qu'elles donnent à la végétation a pour résultat d'appauvrir promptement les composés humiques du sol. Elles ne peuvent pas remplacer complétement les fumiers, car elles ne fournissent pas au sol tous les éléments que les plantes demandent ; elles doivent donc être employées simultanément avec eux et pour remplacer une partie seulement de ce que l'on en donnerait à la terre.

Quelques plantes, particulièrement les légumes, poussées promptement sous l'influence des urines, et aussi les racines comestibles contractent de l'emploi de cet engrais un goût assez prononcé, qui en a fait abandonner l'usage par quelques propriétaires.

Les récoltes auxquelles l'urine peut rendre le plus de services sont celles des plantes oléagineuses et des légumineuses fourragères, sur lesquelles on les répand après les avoir fait absorber par le plâtre.

A côté de l'urine peut se placer l'engrais liquide proposé par le docteur Sacc pour remplacer cette substance ; il est composé de :

Eau.	970
Phosphate de soude.	25
Sulfate d'ammoniaque. . .	5

On doit appliquer à cet engrais les reproches que l'on fait à tous les engrais artificiels, c'est que les divers principes fertilisants n'étant pas groupés comme dans les produits naturels, leur usage ne rend jamais les mêmes services. Les urines, comme tous les engrais liquides, exigent pour le dosage des diverses substances fertiles qu'ils contiennent des opérations spéciales, que nous allons indiquer.

Dans ces sortes d'engrais il est trois genres de matières dont il faut connaître la quantité, les cendres, les matières organiques et l'azote.

L'azote lorsque l'on veut en même temps déterminer les deux autres principes peut se doser par la méthode ordinaire, au moyen de la chaux sodée dans le résidu de l'évaporation.

L'évaporation du liquide se fait avec quelques précautions particulières, pour éviter la déperdition du carbonate d'ammoniaque.

On prend 1 litre ou 1 kilogr. de liquide, et on l'évapore après y avoir introduit 5 grammes d'acide oxalique desséché à + 110°. L'évaporation se fait dans une capsule au bain-marie ; lorsqu'elle est terminée, on dessèche le résidu dans l'étuve chauffée à + 110°. Le poids du résidu de l'évaporation représente celui des matières fixes contenues dans l'urine plus celui de l'acide oxalique ; en retranchant ce dernier, qui est connu d'avance, du poids obtenu, on a pour résultat le poids des matières solides contenues dans l'urine. On dose l'azote dans une partie de ce résidu, en ayant soin de tenir compte du poids de l'acide oxalique dans toutes les pesées.

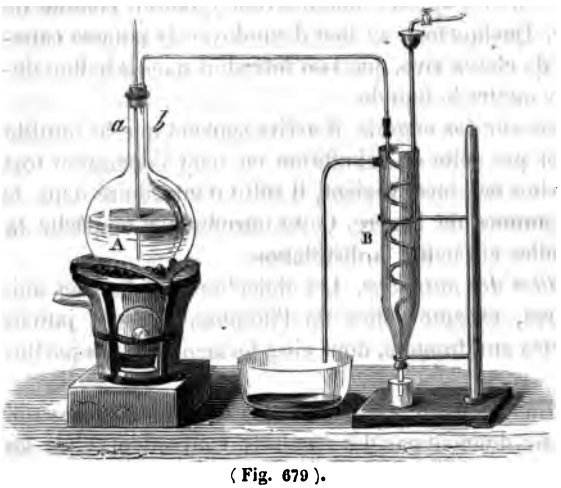
La moitié du résidu est incinérée dans une capsule de porcelaine ou de platine ; on pèse les cendres obtenues, et le double de leur poids représente le poids de la quantité de sels minéraux contenue dans le litre ou le kilogramme d'engrais.

La différence entre ce poids et celui des matières solides obtenu précédemment représente la quantité de matières organiques renfermées dans l'engrais.

Lorsque l'on ne veut connaître que la quantité d'azote contenue dans l'engrais liquide, on peut éviter l'évaporation complète en employant le procédé de M. Boussingault.

Ce procédé est basé sur le départ de l'ammoniaque libre d'avec les premières vapeurs lorsqu'on porte à l'ébullition des liquides peu chargés de ce gaz ; par conséquent l'alcali se trouve, si on opère la distillation de ces liqueurs, dans les premiers produits recueillis.

On prend un ballon (A) (*fig.* 679) de 2 litres de capacité, muni d'un bouchon percé de deux trous traversés par deux tubes; l'un, droit (*a*), pénètre presque jusqu'au fond du ballon, et sert à introduire le liquide; et l'autre (*b*), recourbé, fait communiquer le ballon avec un réfrigérant (B).



(Fig. 679).

Le diamètre de ce tube doit être au moins d'un centimètre, pour éviter l'entraînement du liquide par la vapeur dans le réfrigérant; de plus, la partie qui entre dans le ballon doit être taillée en biseau, pour faciliter la chute des vapeurs condensées dans la partie inférieure du tube. L'extrémité du tube du serpentin pénètre dans un vase contenant de l'acide sulfurique normal en quantité connue; on fait en sorte que pendant toute l'opération l'extrémité du tube plonge dans le liquide à une profondeur extrêmement faible.

L'appareil étant ainsi disposé, on introduit le liquide à analyser (on en prend en général 1 litre ou 1 kilogr.) en disposant un entonnoir sur le tube (*a*); lorsque les neuf dixièmes sont versés dans le ballon, on ajoute une certaine quantité de potasse caustique dissoute, et l'on achève ensuite de vider le liquide; on ferme le tube (*a*) avec un bouchon.

Les sels ammoniacaux en présence de la potasse caustique sont décomposés : l'ammoniaque devient libre. On chauffe à l'ébullition, et l'on continue jusqu'à ce que deux dixièmes environ de la liqueur soient passés dans la solution normale acide. On arrête alors en enlevant le récipient avant de retirer le feu, pour éviter l'absorption par le serpentin; on fait ensuite un dosage acidimétrique de la liqueur contenue dans le récipient.

Pendant toute l'opération on a soin de s'assurer que la liqueur du

récipient est acide si elle perd son acidité par suite de l'ammoniaque distillée, on doit ajouter une nouvelle quantité connue de liqueur normale. Quelquefois, au lieu d'employer la potasse caustique, on se sert de chaux vive, que l'on introduit dans le ballon débouché avant d'y mettre le liquide.

Lorsqu'on opère sur des engrais, il arrive souvent que le liquide venant à mousser par suite de l'ébullition en rend l'opération fort difficile. Pour éviter cet inconvénient, il suffit d'introduire dans le ballon 1 ou 2 grammes de beurre. Cette introduction empêche la formation des bulles et facilite la distillation.

Déjections solides des animaux. Les déjections solides des animaux mammifères, excepté celles de l'homme, ne sont jamais employées qu'unies aux fumiers, dont elles forment une des parties constituantes.

Leur composition est assez variable, et les diverses analyses qui en ont été faites ne donnent pas des résultats concordants chez les mêmes espèces.

Le cheval, la vache, le mouton et le porc sont les animaux qui contribuent presque complétement à la formation des fumiers. Leurs excréments solides, d'après la moyenne des analyses qu'on en a faites, sont composés ainsi qu'il suit :

	Eau et perte.	Matières organiques.	Substances minérales.	OBSERVATEURS.
Cheval..	784	191	25	(M. Girardin).
id.	753	207 (azote 5,5).	40	(M. Boussingault).
Vache..	797	161	42	(M. Girardin).
id.	859	128 (azote 3,2).	13	(M. Boussingault).
Mouton.	589	321 (azote 7,2).	90	(M. Isidore Pierre).
Porc....	800	118 (azote 7).	82	(M. Isidore Pierre).

Les substances minérales que ces excréments contiennent sont formées par les acides phosphorique, sulfurique, carbonique, silicique et le chlore unis à la potasse, à la soude, à la chaux, à la magnésie et au fer.

Les quantités en sont extrêmement variables, et dépendent en grande partie du régime de l'animal.

Ces déjections unies aux urines et aux litières composent les fumiers ordinaires; quelquefois cependant elles sont employées seules : c'est particulièrement dans la petite culture que cet usage a lieu. Les petits cultivateurs peu fortunés vont sur les routes voisines de leur habitation ramasser le crottin de cheval et les bouses

de vache. De cet engrais, si riche, ils parviennent à faire un assez mauvais produit en le laissant en tas dans leur cour, exposé à la pluie, qui lui enlève ses principes solubles, tandis que les principes volatils ont toute facilité pour se dégager. Quelques précautions cependant suffiraient pour conserver à ces produits leurs propriétés; en mélangeant cet engrais avec du plâtre ou avec une petite quantité de solution de vitriol vert, en le tassant dans une fosse et le recouvrant d'un petit appentis ou simplement de terre, ce fumier ne perdrait pas de sa valeur. Ces mêmes dispositions seraient aussi avantageuses dans les pays où l'on conserve à part le crottin de mouton.

Déjections solides de l'homme. Ces matières, qui sont employées directement comme engrais, doivent particulièrement attirer notre attention.

Leur composition est peu connue; les analyses de cette matière fertilisante si précieuse étant fort rares, on ne peut avoir qu'une idée assez incomplète de sa nature par les résultats des travaux qui en ont été l'objet.

Berzelius a trouvé dans 1,000 parties de matières fécales fraîches :

Eau	733
Aliments non digérés	70
Matières organiques solubles dans l'eau	45
Matières organiques insolubles	140
Substances minérales salines	12
	1,000

Ces dernières étaient formées pour 1,000 parties de :

Carbonate de soude	294
Chlorure de sodium	235
Sulfate de soude	118
Phosphate de chaux	235
Phosphate d'ammoniaque et de magnésie	118
Silice, sulfate de chaux	traces.
	1,000

M. Barral a obtenu pour moyenne de quatre séries d'expériences

faites sur les matières fécales de trois personnes les résultats suivants :

Eau.	770
Matières organiques.	190
Matières minérales.	40
	1,000

La valeur considérable de ces produits et des urines qui y sont généralement mélangées a fait rechercher, depuis que l'on s'occupe de restituer à la terre les éléments que lui enlèvent les récoltes, des procédés de conservation d'un emploi économique et facile.

Dans quelques départements de la France, et particulièrement dans le nord et dans l'est, les déjections de l'homme sont l'objet de soins tout particuliers de la part du cultivateur, qui les emploie à l'état de nature dans toute l'étendue de son exploitation.

Dans ces contrées il n'est pas de ferme qui n'ait une citerne voûtée propre à recevoir les vidanges que l'on va chercher dans les villes du voisinage. Ces citernes, d'une contenance qui dépasse quelquefois 50 mètres cubes, sont pavées en grès, leurs murs et leurs voûtes construits en briques. Elles sont percées de deux ouvertures, l'une, grande, située au milieu de la voûte, est destinée à l'introduction des matières et à leur extraction, l'autre, plus petite, percée dans la partie supérieure du mur exposé au nord, est destinée à l'introduction de l'air nécessaire pour la fermentation des substances.

Les vidanges sont répandues à l'état frais en Alsace, mais en Flandre avant de les employer on attend qu'elles se soient transformées ; en général, on les laisse de quatre à cinq mois dans la citerne pour que leur changement de nature soit complet.

Au bout de ce temps cet engrais est devenu filant, plutôt visqueux que liquide, d'une couleur noire tirant sur le vert, d'une odeur extrêmement forte et nauséabonde ; sa densité varie entre 1,014 et 1,035, celle de l'eau étant 1. Il porte le nom d'*engrais flamand*, de *gadoue*, de *courte-graisse*, de *tonneau*, etc., suivant les localités.

Sa composition, d'après M. Girardin, explique très-bien, par sa richesse en principes fertilisants, l'avantage que l'on retire de son

emploi. Ce chimiste a trouvé dans 1 litre d'engrais flamand pur, pesant 1,031 grammes :

Matières organiques azotées et non azotées.	26,59
Ammoniaque toute formée.	7,65
Potasse.	2,14
Acide phosphorique.	3,43
Acide nitrique.	traces.
Chlore. . . . . / Acide sulfurique. . / Acide carbonique. . / Acide sulfhydrique. / Alumine. . . . . / Chaux. . . . . / Magnésie. . . . . / Soude. . . . . /	5,77
Silice et oxyde de fer.	5,07
Eau.	980,37
	1031,00

L'azote était réparti ainsi :

Azote des sels ammoniacaux.	6,29
id. de la matière organique.	2,87
Azote, total.	9,16

Cet engrais s'emploie sur toutes les terres et à toutes les cultures; en général la dose est très-considérable ; on le répand à la cuiller le plus uniformément possible sur les terres ensemencées et toutes préparées.

La durée de son action est assez courte.

Les colzas sont particulièrement excités par cette fumure.

Dans quelques pays, les déjections humaines sont mélangées à de la marne ou à de la terre et laissées en meules quelque temps; on évite la déperdition des gaz et l'action de la pluie en recouvrant ces meules de terre; ce procédé, d'un usage assez restreint, fournit un terreau d'une excellente qualité que l'on emploie en couverture au bout de quelques mois. La simplicité du procédé mérite de fixer l'attention.

Dans la plupart des grandes villes de France, les vidanges sont transformées en engrais solides, par une suite d'opérations en désaccord complet avec les règles d'une bonne préparation et tout à fait opposées à celles de l'hygiène la plus primitive.

Les vidanges enlevées à domicile, par des procédés plus ou moins inodores, sont déposées dans de vastes bassins, cubant jusqu'à 60,000 mètres.

Là, exposées à toutes les causes de pertes, suites de la dissémination sur une grande surface pour une profondeur ne dépassant pas 2 mètres, les vidanges laissent déposer les matières solides qu'elles tiennent en suspension.

Au bout d'un mois, au moyen de vannes, on fait écouler dans d'autres bassins la partie restée liquide qui surnage sur les matières déposées; on recharge ensuite le bassin de matières fraîches, et l'on décante de nouveau un mois après; généralement les bassins ne sont pas remplis avant six ou sept charges.

A cette époque on laisse complètement égoutter, et lorsque la matière a déjà pris une certaine consistance, on la retire pour la faire complétement sécher en l'exposant en petits tas sur une aire. Les eaux décantées du premier bassin sont, après un nouveau séjour dans un second bassin, abandonnées et renvoyées le plus souvent aux rivières, pour lesquelles elles sont une source d'infection en même temps que leur perte est un préjudice énorme apporté à l'agriculture, car elles contiennent encore une quantité assez grande de composés azotés et phosphatés.

Les dépôts séchés sont passés à la claie pour enlever les pierres et autres corps étrangers, et sont mis en tas.

Le procédé continue, sur la poudrette ainsi amoncelée, de jouer son rôle destructeur des composés azotés.

La fermentation s'établit dans les tas, et sous son influence les composés azotés continuent à se dégager dans l'air et à répandre leur odeur infecte. Tel est l'état de cette industrie dans la commune de Bondy, où l'on traite la plus grande partie des vidanges que Paris fournit.

La poudrette ainsi préparée est une substance d'un aspect terreux, d'une couleur brune, d'une densité de 0,550 environ, celle de l'eau étant représentée par 1.

Sa composition est assez variable. Voici celle que l'analyse a indiquée dans un échantillon pris à Bondy :

Matières organiques azotées.	32,81
Ammoniaque toute formée.	0,59
Acide nitrique.	0,30
Acide phosphorique.	4,18
Acide sulfurique.	3,50
Acide carbonique.	2,87
Chlore.	0,36
Potasse et soude.	2,15
Chaux.	6,70
Magnésie et oxyde de fer.	2,72
Silice, sable, argile.	13,62
Eau.	30,20
	100,00
Azote total dosé.	1,52

Cette fabrication, qui depuis quelque temps emploie en partie sur place les eaux-vannes éclaircies, n'en est cependant pas moins très-désavantageuse et très-funeste, car les eaux-vannes, étant en trop grande quantité pour pouvoir être toutes exploitées, sont encore en partie perdues; de plus, l'infection provenant de la volatilisation des composés ammoniacaux sur une aussi grande surface se fait sentir à des distances extrêmement grandes.

On a cherché depuis longtemps à perfectionner ces procédés; jusqu'à présent le résultat ne semble pas atteint.

Les eaux-vannes ne pouvant être transportées avantageusement, malgré leur richesse, on a cherché à opérer leur concentration rapide sans frais. M. Chodzko s'est servi d'un système analogue aux bâtiments de graduation des salines; il fait tomber les eaux-vannes sur des fagots disposés en tas sous des hangars très-aérés; il est parvenu, avec les eaux-vannes, d'une densité de 1,023, contenant 4,42 gr. d'azote par litre, et composées de :

	gr.
Matières organiques azotées. . . .	12,80
Ammoniaque toute formée.	5,24
Acide phosphorique.	1,35
Chaux.	1,59
Silice, sable.	0,79
Eau, acide carbonique.	991,20
Matières minérales diverses et perte.	10,03
	1023,00

à faire une poudrette d'une valeur bien supérieure à celle des bassins de Bondy, car elle contient à l'état normal :

Matières organiques azotées.	53,53
Ammoniaque toute formée.	0,65
Acide phosphorique.	4,48
Sable et silice.	4,50
Chaux.	4,07
Eau.	17,75
Sels alcalins et matières indéterminées.	15,02
	100,00

On a proposé l'usage de fosses de latrines à deux compartiments séparés par un mur n'allant pas jusqu'à la voûte. Les matières tombent toutes dans l'un des compartiments; là elles se séparent en matières solides, qui se déposent, et en matières liquides, qui surnagent. Lorsque cette partie de la fosse est pleine, à chaque nouvelle introduction de matière les liquides qui se trouvent à la partie supérieure passent dans l'autre compartiment, qui se trouve à la fin ne contenir que les parties liquides, tandis que les parties solides, beaucoup plus compactes qu'à l'ordinaire, peuvent être recueillies avec facilité dans le premier compartiment et être employées plus avantageusement, soit sous la forme de poudrette, puisqu'elles ont besoin d'une moins longue exposition à l'air pour arriver à cet état, soit sous forme de pains, mélangées à la tourbe calcinée, comme une usine commence à le faire à Paris.

Un des inconvénients qui s'opposent au transport des matières des fosses d'aisance est leur odeur nauséabonde ; leur désinfection, en rendant ce transport plus facile, pourra peut-être par la suite en répandre l'usage même en des points éloignés des grandes villes.

Les procédés de désinfection sont nombreux ; on peut les diviser en deux groupes distincts, les procédés mécaniques et les procédés chimiques.

Les procédés mécaniques sont basés tantôt sur la dissémination et la dessiccation des matières au moyen de corps plus ou moins absorbants, tels que le charbon, les cendres, le noir animal, la tourbe, le lignite, etc., dont le rôle est suffisant lorsque les matières sont à un état assez grand de solidification ; tantôt sur l'emploi de composés odorants, qui agissent plutôt en masquant l'odeur désagréable

qu'en la détruisant; cependant, on doit tenir compte des propriétés antiseptiques du goudron, de l'huile empyreumatique, etc.

Les procédés chimiques, agissant en décomposant le sulfhydrate d'ammoniaque, cause de l'infection, sont appelés à rendre des services bien plus réels.

Les composés du chlore, proposés d'abord, ont bientôt été laissés de côté pour les composés métalliques, d'un prix beaucoup moins élevé, d'un emploi plus facile et plus sûr.

Le sulfhydrate d'ammoniaque en présence d'un sel métallique quelconque est décomposé : l'hydrogène sulfuré se combine à la base pour former un sel insoluble, et l'ammoniaque en se combinant à l'acide mis en liberté devient plus fixe.

En outre de ce composé infect, les matières fécales contiennent souvent encore des principes odorants mal définis et inattaquables par les composés chimiques; dans ce cas le charbon combiné aux sels rend la vidange complétement inodore, car il fait passer ces gaz à l'état latent en les absorbant.

Les sels proposés pour la désinfection sont nombreux, mais les raisons d'économie et d'efficacité ont réduit à trois ou quatre ceux dont on fait usage : ce sont le sulfate de fer, le sulfate et le chlorure de zinc, le sulfate de chaux employés isolément ou mélangés au charbon, au savon, à l'huile, etc.

Le savon et l'huile ont pour but, le premier de former en se décomposant un oléate ammoniacal huileux, dont l'action mécanique, comme celle du second, consiste à empêcher le contact de l'air en couvrant toute la surface des matières.

En Angleterre, depuis quelque temps les eaux-vannes sont désinfectées dans quelques villes par un procédé d'une grande simplicité.

Les eaux-vannes sont traitées par un lait de chaux, et le dépôt formé est séché sur le bord des bassins où l'on a opéré la précipitation.

Ce dépôt séché à l'air renferme 1,10 pour 100 d'azote.

Déjections des oiseaux. Les fientes des divers oiseaux de basse-cour sont toutes des engrais puissants, très-riches en principes fertilisants, dont la production, déjà trop faible pour l'agriculture, tend à diminuer chaque jour.

Au premier rang se place la *colombine*, formée des excréments du pigeon mêlés aux débris de plumes et de graines que l'on balaye dans le colombier.

La colombine récente, d'après M. Girardin, est composée de :

Eau.	790
Matières organiques.	181
Matières salines diverses.	23
Gravier et sable siliceux.	6
	1,000

Cet engrais, abandonné toute l'année sur le sol du colombier, exposé à la fermentation et à l'action de l'air, perd une partie de sa richesse, surtout dans les colombiers qui ne sont pas couverts. La litière que l'on retire de ceux-ci n'est guère plus riche que les fumiers ordinaires.

En recueillant cet engrais avec soin de temps en temps et le mettant dans une fosse couverte mélangé avec quelque corps désinfectant, il serait facile de lui conserver toutes ses propriétés fertilisantes.

D'après M. Boussingault, la colombine contient 8,33 pour 100 d'azote à l'état frais.

C'est un engrais très-actif, dont on doit faire usage modérément. Il rend les plus grands services à la culture maraîchère. Dans le nord on l'emploie particulièrement pour fumer les champs de lin, à la dose de 2,000 kilogrammes par hectare ; on le répand à la volée après l'avoir pulvérisé sur une aire.

La *poulenée,* excrément des poules, est beaucoup moins estimée des cultivateurs que la colombine, malgré qu'elle soit aussi un engrais très-riche en principes fertilisants. D'après M. Girardin, elle est formée à l'état frais par :

Eau.	729,0
Matières organiques.	162,0
Matières salines diverses.	52,4
Gravier et sable siliceux.	56,6
	1,000,0

La poulenée n'est pas plus soignée que la colombine ; cependant, il serait facile d'éviter la déperdition des produits fertilisants qu'elle contient, soit en la mêlant avec du plâtre, soit en opérant, comme dans certaines contrées, le mélange de ces excréments avec 10 fois leur volume de terre.

Ces engrais sont souvent employés, après avoir été délayés dans une quantité d'eau plus ou moins grande, en arrosements sur les champs.

Lorsqu'on les répand à sec et qu'après leur épandage il n'arrive pas de pluie, il sont sujets à brûler les récoltes qu'ils étaient destinés à faire fructifier.

Les *excréments de canards et d'oies* recueillis sur de la terre ou sur de la paille fournissent aussi d'excellents engrais.

Le pacage des oies dans les prairies paraît défavorable, car les herbes sur lesquelles elles ont déposé leur fiente ne tardent pas à jaunir et à se flétrir. On doit attribuer à la causticité de ces matières cette action locale; mais elle est de peu d'importance, et les touffes d'herbe que l'on voit ensuite pousser sur l'endroit devenu momentanément stérile montre assez leur peu d'inconvénients et les avantages qu'on peut retirer, au contraire, d'un pacage fait à une époque assez prématurée pour ne point exercer d'action nuisible sur la récolte future dans les prairies naturelles.

Guanos. Les guanos sont formés par les déjections et les dépouilles des oiseaux de mer, appartenant au genre des guanaès, que l'on rencontre encore de nos jours en quantités innombrables sur les plages où l'on va chercher ces engrais. Déjà au treizième siècle les Péruviens connaissaient la valeur du guano, qui ne fut connu en Europe qu'au dix-neuvième siècle. De Humboldt est le premier qui, ayant appris des Indiens ses propriétés, en rapporta pour le soumettre à l'analyse de Vauquelin et de Fourcroy. Ces chimistes y trouvèrent :

1° De l'acide urique (environ 25 pour 100);
2° De l'oxalate d'ammoniaque;
3° Du chlorhydrate d'ammoniaque;
4° De l'oxalate de potasse;
5° Des phosphates de potasse et de chaux;
6° Du chlorure de potassium;
7° Une matière grasse;
8° Du sable.

Le fait en resta là; et ce n'est que depuis une quinzaine d'années que cet engrais a acquis la juste réputation qui le fait importer en Europe des divers points du Nouveau-Monde et de l'Afrique.

Les premiers gisements de guano exploités ont été ceux de la côte du Pérou, qui, suivant M. Boussingault, se trouvent situés entre le 2e et le 21e degré de latitude australe, depuis la baie de Payta jusqu'à l'embouchure du Rio-Lao; en dehors de ces limites, on en rencontre encore quelquefois d'abondants gisements, mais ils

sont en partie dépourvus de leurs principes ammoniacaux et organiques.

Le guano se trouve en général sur de petits promontoires et sur des falaises, dans les anfractuosités du terrain où les oiseaux trouvent un abri contre les vents; il est en couches horizontales d'une épaisseur qui quelquefois n'est pas moindre de trente mètres. Le principal gisement de ces côtes se trouve sur les îles Chinchas, situées au nord d'Iquique, par le 13e degré de latitude australe.

Au Pérou on distingue deux sortes de guanos, le guano blanc, ou angamos, de formation récente, et le guano pardo, de formation antérieure. Le guano blanc doit sa couleur à l'acide urique qu'il contient; il ne se trouve pas en bancs considérables : on le recueille par petites quantités sur les roches fréquentées par les oiseaux. Il est plus riche en ammoniaque et en matières organiques que les autres; il est formé, d'après M. Isidore Pierre, de :

Eau	142
Sable	20
Matières organiques et sels ammoniacaux	585
Phosphates terreux	185
Sels alcalins	68
	100,0
Azote pour 1,000	169,2

Le guano des îles Chinchas est jaune fauve ; sa couleur est d'autant plus foncée qu'il appartient à une formation plus ancienne. Son odeur rappelle celle de la valériane, et devient extrêmement infecte par les altérations que le guano subit à l'air ; sa saveur est piquante et saline. Il se présente sous forme de petits grains, n'est jamais pulvérulent, et ne renferme pas de matières pierreuses; son toucher est onctueux. Sa composition est la même dans toutes ses parties quelle que soit leur finesse. Il est formé, suivant une moyenne de quinze analyses, dues à Nesbit, par :

Matières organiques et sels ammoniacaux	52,52
Phosphate de chaux	19,52
Acide phosphorique	3,12
Sels alcalins	7,56
Silice et sable	1,46
Eau	15,82
	100,00

Les phosphates qu'il contient, s'élevant à 26,28 pour 100, sont formés par :

Phosphate de chaux soluble (neutre). . .	6,76	26,28
Phosphate de chaux insoluble (tribasique).	19,52	
Azote pour 100.		14,29

La richesse des guanos du Pérou en ammoniaque et en matières organiques, relativement considérable par rapport à celle des guanos que l'on trouve dans les autres contrées, doit être attribuée à la rareté extrême des pluies dans cette partie du monde. Tous les guanos qui proviennent des autres localités contiennent à peine moitié autant d'azote ; en revanche, les phosphates s'y trouvent en quantité plus considérable.

Le Chili fournit un guano dans lequel on rencontre des corps durs de couleur jaunâtre et de forme anguleuse, composés en grande partie de sel marin ; ce guano, l'un des plus riches en azote, en contient rarement plus de 10 pour 100 ; il renferme jusqu'à 50 pour 100 de phosphates, et la quantité d'eau qu'on y rencontre forme quelquefois le quart de son poids.

Le guano de Bolivie est beaucoup moins riche en azote, il n'en renferme presque jamais 5 pour 100 ; mais les phosphates augmentent en proportion : ils forment quelquefois les deux tiers de ce corps, et la quantité la plus faible représente encore la moitié du poids du guano.

Depuis quelque temps l'Amérique fournit des guanos dans lesquels la proportion d'azote est presque nulle, et qui sont formés presque en totalité par des phosphates terreux, représentés pour moitié par des phosphates d'alumine. Ces guanos, dont le seul usage connu est la falsification des autres, ont pour origine le cap Horn et Sombrero-Island, point situé par 18° 35′ de latitude nord et 63° 28′ de longitude ouest du méridien de Grenwich. Le guano du cap Horn a un aspect pulvérulent ; il est d'une couleur chamois, et presque sans odeur. Les phosphates qu'il contient, presque entièrement à l'état de phosphate d'alumine, ne forment pas plus du tiers de son poids. L'argile entre en proportion assez grande dans sa composition ; l'azote s'y élève quelquefois à 3 pour 100.

La côte de Patagonie est fort riche en gisements de guanos, qui ont pour origine deux espèces particulières d'oiseaux, le schag et le pingouin.

Ces guanos, composés de fiente, de plumes, de débris d'oiseaux et de poissons et de matières terreuses, forment des couches dépassant rarement un pied d'épaisseur.

Suivant M. Malaguti, leur composition varie avec l'oiseau qui l'a fournie, et ils contiennent :

	Guano de Shag.	Guano de Pingouin.
Phosphate de chaux mêlé d'un peu de phosphate d'alumine et de magnésie.	32 à 34	35 à 36
Azote.	9 à 12	3,25 à 4,35

Les îles Baker et Jerwis, situées dans l'océan Pacifique, sous l'équateur, par 150° à 160° de longitude à l'ouest du méridien de Greenwich, sont exclusivement couvertes par les excréments et les débris d'oiseaux de mer qui y vivent et y meurent. Ces matières, appuyées sur le banc de corail qui forme ces îles, se trouvent à l'état pulvérulent dans l'île Baker, tandis qu'elles sont recouvertes par une couche consistante et solide à l'île Jerwis.

D'après la moyenne d'analyses faites sur ces deux substances par M. Liebig, elles se trouveraient composées de :

		Guano Baker.	Guano Jerwis.
Acide phosphorique.		40,270	17,601
Magnésie.		2,207	0,638
Phosphate de fer.		0,126	0,160
Chaux.		43, 379	34,839
Acide sulfurique.		0,941	27,021
Chlore.		0,132	0,203
Potasse.		0,171	0,456
Soude.		0,676	0,232
Ammoniaque.		0,068	0,039
Acide nitrique.		0,451	0,313
Substances organiques	azote.	0,862	0,534
	carbone.	3,096	2,458
	hydrogène. . .	3,800	3,000
Sable.		0,009	0,617
Eau volatilisable à 100°.		3,945	12,118
		100,133	100,229

Et en résumant :

Phosphate tribasique de chaux.	78,798	17,397
— bibasique.	»	16,126
— de magnésie.	6,125	1,241
— de fer.	0,126	0,160
Sulfate de chaux.	0,134	44,549
Acide sulfurique, potasse, soude, chlore, matière organique, eau, etc.	14,950	20,886
	100,133	100,359

Comme on le voit, ces substances de même origine, existant dans les mêmes conditions, ont une composition toute différente. Le guano Jerwis contient 45 pour 100 de sulfate de chaux, tandis qu'on en rencontre à peine dans l'autre.

De plus, les phosphates du guano Jerwis sont en partie solubles, tandis que ceux du guano Baker sont tous sous la forme tribasique. Le guano Baker abandonne des phosphates à l'eau : celle-ci n'agirait-elle pas dans la décomposition du phosphate tribasique ?

Ces guanos n'ont une importance réelle que par les phosphates qu'ils renferment ; car l'azote, soit à l'état d'ammoniaque, soit à l'état de nitrate, y est en trop faible proportion pour intervenir énergiquement sur les récoltes.

On a encore trouvé des guanos sur les côtes d'Afrique ; leurs gisements n'ont aucun rapport entre eux. Ils se rencontrent principalement dans le voisinage du cap de Bonne-Espérance, dans les îles Ichaboë, Angra-Pecqueña, et dans les baies de Saldanha et d'Élisabeth.

Ces guanos ne sont pas exclusivement formés de fientes d'oiseaux, ils renferment peu d'acide urique ; celui d'Ichaboë, qui tire sur le brun carmélite, contient des os de poissons, des coquilles d'œuf, des débris de végétaux et beaucoup de cristaux. Les phoques ont dû contribuer largement à la formation de ces dépôts.

D'après sir Th. Way, les guanos d'Afrique seraient composés en moyenne de :

	Guanos	
	d'Ichaboë.	de la baie de Saldanha.
Eau.	274	222
Matières animales et sels ammoniacaux.	343	149
Phosphates terreux.	303	564
Sable.	13	16
Perte et matières non dosées.	67	49
	1,000	1,000

Les proportions maximum et minimum d'azote et de phosphates contenues dans ces substances sont fort éloignées de la moyenne, ainsi qu'on en peut juger par les résultats qu'a obtenus sir Way de l'analyse de onze échantillons de guano d'Ichaboë et de celle de vingt échantillons de guano de la baie de Saldanha.

		Pour 100.		
		Azote.	Phosphates.	Eau.
Guano d'Ichaboë.	maximum...	8,84	37,0	
	minimum...	4,20	26,0	
	moyenne....	6,81	30,3	27,40
Guano de la baie de Saldanha.	maximum...	2,32	60,9	
	minimum....	0,87	49,0	
	moyenne....	1,56	55,4	22,80

Les îles de Kooria-Moria, situées au fond du golfe Persique, sont aussi couvertes de quantités énormes de guano, dont le commerce commence l'exploitation. Ces gisements, regardés comme presque aussi considérables que ceux du Pérou, donnent des produits d'une grande analogie d'aspect avec ceux des îles Ichaboë.

A côté du guano on doit placer une substance, en partie vitrifiée à la surface, connue sous le nom de *guano phosphatique des Caraïbes*, que l'on rencontre en général sur une roche schisteuse. D'après les analyses de six échantillons faites par M. Bobierre, cette matière aurait pour composition moyenne :

Matière organique azotée.	7,60
Résidu siliceux insoluble.	2,00
Sulfate de chaux.	8,32
Phosphates de chaux et de magnésie. . . .	70,00
Sels alcalins.	1,88
Carbonates de chaux et de magnésie. . .	10,20
	100,00

On rencontre dans quelques localités des engrais que l'on a voulu assimiler au guano, mais dont l'origine est toute différente.

Ces engrais sont formés en grande partie par les excréments et les débris d'animaux mammifères qui ont longtemps fréquenté ces lieux. Généralement les gisements se trouvent dans des grottes désertes, où habitent encore les chauves-souris, qui, malgré leur petitesse, ont contribué largement à la formation de ces dépôts. La presque totalité a été produite par ces animaux, comme on peut s'en convaincre en examinant les produits des grottes des provinces de Sas-

sari et d'Alghero en Sardaigne, qui, d'après M. Barral, renferment 23 à 26 pour 100 d'eau, 4 à 4,5 pour 100 d'azote et 15 à 20 pour 100 de sels alcalins solubles, dont les trois quarts sont des phosphates. Il en est de même des dépôts que l'on rencontre dans quelques grottes d'Algérie et du Jura.

Le gisement assez considérable exploité dans les grottes d'Arcis-sur-Cure, dans le département de l'Yonne, doit une partie des matières qui le composent à des animaux de plus haute taille qui y ont vécu à une époque fort éloignée, autant qu'on en peut juger par les nombreux ossements qui y sont enfouis, et qui appartiennent à des espèces qui ont depuis longtemps abandonné nos climats, sinon la surface du globe.

Les fientes d'hirondelle dans les localités que ces oiseaux fréquentent pourraient être recueillies avec profit malgré leur peu de volume, car, d'après M. Girardin, elles renferment :

Eau.	7,0
Matières organiques.	70,6
Matières minérales.	22,4
	100,0
Azote pour 100.	11,5
Phosphate de chaux pour 100. . .	4,04

Les guanos sont l'objet d'une fraude pratiquée sur une grande échelle, fraude qui exige que l'on fasse l'analyse de ceux qu'on emploie, malgré la vérification que l'on peut faire des plombs des sacs d'origine.

Les sacs d'origine peuvent être l'objet de deux fraudes différentes : la première n'est qu'une surcharge, qui échappe au contrôle, car elle ne change pas la composition du guano à l'état sec; elle consiste à exposer les sacs dans des lieux humides, en ayant soin de les arroser légèrement de temps en temps : l'eau ainsi introduite est vendue comme engrais, puisque celui-ci est livré au poids. Mais la fraude la plus importante que l'on fasse subir aux sacs d'origine dans les entrepôts consiste à les tremper dans un baquet plein d'eau ; les sels solubles se dissolvent, passent dans l'eau et sont remplacés dans le sac par le liquide. On ramène au poids primitif en faisant essorer les sacs, et alors les parties les plus actives de l'engrais s'y trouvent remplacées par une surcharge d'humidité. Les guanos sans cachet d'origine sont l'objet de fraudes beaucoup plus nombreuses ;

on y ajoute de la craie, du plâtre, de la sciure de bois dur, de la brique pilée, de la poudre de tourteaux, certaines terres jaunâtres, etc., etc.

Le bon guano du Pérou fournit à l'incinération une cendre légère et très-blanche; toutes les fois que la cendre est colorée, on peut être sûr d'une falsification. Ce caractère est assez bon, mais cependant il ne peut pas indiquer les quantités d'eau contenues dans l'engrais; il est donc essentiel d'en dessécher un certain poids.

Ces opérations suffisent en partie; mais le plus souvent on a besoin de recourir au dosage de l'azote et des phosphates.

Les guanos s'emploient mélangés avec trois ou quatre fois leur poids de terre sèche; souvent, pour que leur action soit de plus longue durée, on y ajoute du charbon, du plâtre, du sel marin, du noir animal.

Le charbon et le noir animal condensent en leurs pores les molécules ammoniacales, et empêchent ainsi leur déperdition trop prompte; le sel et le plâtre agissent par double décomposition, en transformant le carbonate d'ammoniaque volatil en sulfate et chlorhydrate.

Le guano est répandu avec plus d'avantage quand il est mouillé qu'à l'état sec, la présence de l'eau favorisant, comme nous l'avons vu, la solubilité des phosphates.

Si le temps n'est pas pluvieux au moment où le guano a été semé, et qu'il ne le devienne pas peu de temps après, il faut nécessairement l'enterrer pour en retirer un parti avantageux.

Le guano doit être répandu avant les semailles, car autant que possible on doit éviter son contact avec la graine, contact qui doit certainement être nuisible à la germination, à raison de la causticité de cette substance.

Son emploi dans la culture des céréales et des prairies naturelles est extrêmement avantageux. Les légumes-racines se trouvent fort bien aussi de sa présence dans le sol.

La dose nécessaire à un hectare varie avec le genre de culture, mais ne doit pas être inférieure à 300 kilogrammes pour être fructueuse; au delà de 500 kilogrammes, le profit n'augmente plus.

Le guano doit à sa composition de ne pouvoir être employé tous les ans sur le même sol; il faut, comme pour tous les engrais animaux, alterner son emploi, car il ne peut fournir à la terre tous les éléments que les plantes y recherchent.

On a proposé divers engrais artificiels pour remplacer économi-

nent le guano; nous donnons les formules de ceux qui ont at-
'attention, malgré qu'ils ne soient que de bien pauvres succé-
s de cet engrais si riche.

ıano artificiel du Dr Johnston :

Os en poudre	595
Sulfate d'ammoniaque	189
Sel marin	189
Cendres	9
Sulfate de soude	18
	1,000

ıano artificiel de M. Potter :

Poudre d'os	400
Sulfate de chaux	200
Sel marin	200
Sulfate de soude	150
Sulfate d'ammoniaque délayé dans l'urine	50
	1,000

. Binn's a proposé de substituer au guano un engrais dont la position, indiquée par l'analyse, est celle-ci :

Ammoniaque	3,4
Sulfate et silicate de potasse	3,0
Chlorure de sodium	4,2
Phosphate de chaux avec traces de fer	1,4
Carbonate de chaux	3,2
Sulfure de calcium et Magnésie	30,4
Matière organique carbonée	8,6
Eau	8,2
Silice	37,1
Perte	0,5
	100,0

éjections de poissons. Les excréments de poissons, qui forment rande partie la vase des étangs, communiquent au sol sur le-les étangs sont établis, lors même que le fonds en serait sté-un grand pouvoir fertilisant. M. de Gasparin a employé avec ıotable avantage ces matières excrémentitielles à la fumure des rnes.

Déjections d'insectes. Dans le midi, on regarde comme d'une grande valeur les litières formées par les excréments des vers à soie, par les vers morts et les débris de feuilles de mûrier. En général on les emploie à la nourriture des moutons; mais sans rendre autant de bénéfices elles pourraient être employées dans la culture comme une fumure riche. Elles contiennent, suivant MM. Payen et Boussingault, de 3,5 à 3,7 d'azote pour 100.

Chair des animaux. Cette matière très-riche en principes azotés, lorsqu'elle se rencontre par hasard dans une exploitation, est abandonnée le plus souvent et rarement employée.

Lorsqu'un animal meurt ou que par suite d'une maladie on est obligé de l'abattre, son cadavre dans la plupart des fermes est abandonné sur le sol, où, par la putréfaction qu'il subit, il devient une cause d'insalubrité pour la contrée. Non-seulement les gaz odorants auxquels il donne naissance portent l'infection à l'entour; mais aussi les chiens, les mouches qui viennent chercher leur nourriture sur ce foyer de pourriture y puisent le germe de maladies contagieuses, comme le charbon, qu'ils vont porter à l'homme et aux autres animaux.

Cependant la richesse de cette chair en azote et son pouvoir fertilisant devraient porter à l'utiliser, car les moyens faciles de le faire ne manquent pas.

En Belgique, lorsqu'on est forcé d'abattre un animal malade, on le conduit sur un champ; là on lui ouvre les veines, et on le fait marcher en arrosant le sol de son sang, jusqu'au moment où il tombe épuisé. On le dépouille alors, on le dépèce en morceaux, que l'on enfouit dans une fosse, et on le recouvre avec la terre que l'on avait retirée en creusant l'excavation.

On ajoute souvent de la chaux dans la fosse pour hâter la décomposition; mais alors il peut arriver que les gaz ammoniacaux se formant en abondance se perdent en partie dans l'atmosphère: pour éviter cette déperdition, on a soin que la couche de terre soit assez épaisse, et l'on peut y mélanger du plâtre, qui absorbe et transforme ces gaz. Au bout d'un mois, les chairs, si on les a recouvertes de chaux, sont en décomposition complète. A ce moment on ouvre la fosse avec précaution, on a soin de répandre sur la matière du chlorure de chaux délayé dans de l'eau, et l'on procède à la séparation de la chair et des os. Ceux-ci sont retirés, la matière est mélangée avec cinq ou six fois son volume de terre et de nouveau enterrée. Quelques jours avant de l'employer, généralement

au moment des semailles, on recoupe deux fois le mélange, qui avait été disposé en meule.

Quelquefois on remplace la terre par le fumier : l'avantage de cette substitution est nul ; il n'en est pas de même lorsqu'on emploie la tannée, qui a pour effet de diminuer beaucoup l'odeur.

Les chairs de sept chevaux ainsi préparées peuvent suffir pour la fumure d'un hectare.

Dans les grands chantiers d'équarrissage, la chair de cheval est transformée en engrais par des procédés plus expéditifs, moins insalubres et qui ont l'avantage de diminuer le volume de l'engrais.

Les animaux sont saignés dans une pièce dallée en pente de façon à ce que le liquide aille se réunir dans une citerne située à la partie déclive.

Ils sont immédiatement dépouillés et dépecés. Les chairs sont disposées dans de grandes cuves en bois, capables de contenir trente chevaux, et la cuve étant ensuite fermée on y fait arriver un courant de vapeur à la pression ordinaire pour éviter l'altération des graisses et de la gélatine. La cuisson, suivant la température de la vapeur, est terminée en l'espace de douze à vingt-quatre heures ; on ouvre la cuve, on en retire la chair, qui est mise à sécher après avoir été soumise à la presse dans des étuves chauffées. Par le refroidissement, les liquides se divisent en trois couches, une supérieure, formée par la graisse, une intermédiaire, chargée en gélatine, que l'on emploie pour la fabrication de la colle commune, une inférieure, que l'on peut employer comme engrais, formée par le sang coagulé et les menus débris.

La chair sèche est ensuite, au moyen de pilons ou de meules verticales, réduite en poudre lorsqu'elle est encore chaude.

La chair à l'état normal contient 75 pour 100 d'eau ; à l'état sec elle en renferme encore 9 pour 100, mais elle perd une partie de ses sels solubles, dont l'eau s'empare.

Suivant M. Soubeiran, la chair cuite d'Aubervilliers contient :

Eau.	100,0		
Matières animales.	847,8		
Cendres.	52,2	Phosphate des os. .	24,0
		Matières terreuses..	28,2
	1000,0		

Azote pour 1,000 parties séchées à 100°. 132,3

Le phosphate de chaux ne s'y rencontre en si forte proportion

que parce que les animaux de petite dimension, tels que chiens et chats, sont mis tout entiers dans la chaudière sans enlever les os, qui entrent dans la confection de la poudre.

La chair ainsi préparée non-seulement perd en partie ses propriétés, mais encore conserve une odeur désagréable. On peut éviter cette perte en faisant dessécher les viandes crues sous des hangars, après les avoir préalablement trempées dans une solution de sulfate de fer et de carbonate de soude, ou mieux encore dans de l'acide chlorhydrique étendu.

Les chairs ainsi préparées joignent à l'avantage de contenir une proportion plus grande d'azote et de matières solubles et fertilisantes, celui d'être beaucoup moins altérables à l'air et à l'humidité.

Cet engrais, extrêmement vite décomposé, se répand à la dose de 300 à 400 kilogrammes par hectare au moment de l'ensemencement. Il convient particulièrement à la betterave et aux plantes textiles.

Dans les usines les chairs musculaires pulvérisées sont mélangées à la poudrette, aux phosphates des os ou aux phosphates terreux, à la tourbe, pour augmenter la richesse de ces composts en azote. On diminue ainsi un peu la facilité de décomposition du produit, mais on augmente le poids et par suite le prix du transport.

Les débris de boucherie, les intestins, les résidus de boyauderie sont souvent mélangés à l'état frais pour animaliser et enrichir des composts dont la base est formée de phosphates, de tourbes calcinées, de poudrette, etc., etc.

Chair des poissons. Dans les pays de pêche on emploie avec avantage comme engrais les poissons gâtés. Il est facile de se rendre compte de cet usage lorsque l'on sait que la morue desséchée contient 10,86 pour 100 d'azote et que le hareng sec en renferme 11,70 pour 100.

Cependant la grande quantité d'eau contenue dans ces poissons vivants rend cette richesse bien inférieure, lorsqu'on les emploie à l'état frais. Ainsi le hareng, dont la chair renferme les trois quarts d'eau au moment de la pêche, n'a pas une richesse en azote supérieure à 2,74 pour 100, et il ne représente pas alors plus de 7 fois son poids de fumier de ferme.

A cette richesse inférieure à l'état frais et à la trop petite quantité qu'on en répandait on doit attribuer les résultats peu avantageux que quelques agronomes ont retirés de son emploi.

Les poissons sont employés comme engrais à divers états, tantôt

à l'état frais, hachés, répandus en nature; tantôt à l'état sec, pulvérisés, mélangés ou non avec des poudres charbonneuses, susceptibles d'absorber l'odeur infecte que ces matières répandent en se putréfiant.

Les divers débris provenant de quelques préparations alimentaires et industrielles des poissons fournissent aussi des engrais d'un usage fort avantageux.

Les intestins des poissons mêlés au fumier donnent à celui-ci une valeur supérieure.

Par leur composition les écailles peuvent être classées au premier rang des engrais; en effet, d'après les analyses de M. Chevreul, elles sont formées de :

	Perca labrax (loup de mer).	*Chætodon* (?)
Phosphate de chaux.	39,8	42,0
Carbonate de chaux.	3,1	3,7
Matières animales gélatineuses. .	55,0	51,4
Phosphate de magnésie.	0,9	0,9
Matières grasses.	0,4	1,0
Carbonate de soude.	0,8	1,0
	100,0	100,0

La saumure, les huiles rances de hareng mêlées au fumier sont employées avec avantage si on a le soin de les neutraliser avant d'en faire usage en les mélangeant à une terre calcaire.

Le tangrum, résidu de l'extraction de l'huile de hareng, donne aussi de bons résultats si on a le soin dès qu'il est recueilli de le sécher et de le mélanger à des matières absorbantes ou à des sels désinfectants.

Le tangrum contient en grande partie les principes fertilisants du hareng; il s'obtient dans la préparation de l'huile de hareng : pour préparer celle-ci on fait bouillir des harengs cinq à six heures dans une chaudière, en ayant soin d'agiter continuellement jusqu'à ce que ces poissons soient réduits en pâte. On laisse alors refroidir, l'huile est recueillie à la surface, et le dépôt constitué par la chair désorganisée, ou tangrum, est mis à égoutter et desséché.

Mollusques. Les *moules* ont été employées aussi à l'état frais comme engrais pendant quelques années, mais la dépopulation causée dans les moulières par l'extraction brutale qu'on en faisait au râteau et à la pelle, sans aucun ménagement, a forcé l'admi-

nistration, devant la disparition imminente de ce mollusque si important pour l'alimentation des classes ouvrières, à interdire la pêche de ce coquillage autrement qu'à la main. Le prix élevé résultant de cette ordonnance a eu pour effet d'en empêcher l'emploi en agriculture depuis cette époque.

Les moules fraîches sont un bon engrais, dont la valeur résulte de deux éléments différents, la chair, riche en azote, mais dont l'action ne se continue pas plus d'une année, et les coquilles, assez riches en phosphates, mais dont la décomposition est extrêmement lente. La dose moyenne employée par hectare varie entre 60 et 100 hectolitres.

Les *astéries*, ou étoiles de mer, les *oursins* et autres coquillages sont aussi pêchés à l'état frais pour la fumure des terres. Leur quantité, bien inférieure à celle des moules, jointe à l'interdiction de les pêcher autrement qu'à la main, en élevant leur prix d'une manière notable, en rend l'usage assez restreint. La façon extrêmement énergique avec laquelle ces substances agissent lorsqu'elles sont enfouies dans le sol à la dose de 50 hectolitres par hectare, en fait l'engrais par excellence des cultures maraîchères qui sont à portée de se les procurer à l'état frais.

Insectes. Dans certaines années, la quantité de *hannetons* que l'on rencontre dans les bois pourrait en rendre l'usage comme engrais en même temps économique pour l'agriculture et avantageux pour les lieux qui en sont infectés. Le hanneton contient 3 pour 100 d'azote à l'état frais et 14 pour 100 lorsqu'il est desséché. Cette richesse indique assez les bénéfices que l'on en retirerait si on les faisait ramasser par les enfants. Leurs larves, connues sous les noms de mans, de vers blancs, de turcs, etc., pourraient être employées avec autant de profit, car leur richesse n'est pas inférieure à celle du hanneton à l'état d'insecte parfait; mais il faut tenir compte de la récolte beaucoup moins facile à faire.

Ces insectes, qui, si l'on se contentait de les enterrer tels qu'on les ramasse, ne manqueraient pas de se propager dans le sol, doivent, pour éviter cette propagation, être préalablement tués, soit en les asphyxiant par une exposition prolongée à l'action des vapeurs d'acide sulfureux dans une pièce où l'on brûle du soufre, soit en les portant à une température élevée dans un four. Ce dernier procédé aurait pour avantage de coaguler les principes albumineux qu'ils renferment et par conséquent de retarder leur décomposition dans le sol et de prolonger un peu leur action.

Les *chrysalides de vers à soie* provenant du dévidage des cocons sont

aussi un excellent engrais, que l'on emploie dans le midi avec profit.

Les chrysalides renferment 2 pour 100 d'azote à l'état frais, et 9 pour 100 à l'état sec ; on doit, comme pour les hannetons et leurs larves, les enterrer aussitôt qu'elles ont été répandues sur le champ, afin d'éviter la perte dans l'air des principes fertilisants de ces substances, qui sont d'une dissémination très-prompte par suite de leur facilité de décomposition.

Sang. Le sang par sa composition représente un engrais plus riche que la chair musculaire. Les deux parties dont il est formé n'ont pas une composition identique.

Le sérum, partie liquide du sang, qui en représente les neuf dixièmes, renferme 90 pour 100 d'eau, et la matière sèche restant après l'évaporation de celle-ci, formée par trois quarts d'albumine et par un quart de sels alcalins, dose environ 16 pour 100 d'azote.

La fibrine et les globules, formant la partie solide du sang et le dixième de sa masse, contiennent trois quarts d'eau et un quart de substances fixes, pauvres en sels alcalins, mais renfermant 20 pour 100 d'azote.

En résumé, le sang desséché devrait doser de 18 à 19 d'azote pour 100 ; mais comme en se desséchant quelques-uns de ses composés se désorganisent, il en renferme rarement plus de 17 pour 100.

Les matières minérales que le sang contient ne dépassent pas dans celui des mammifères et des oiseaux les neuf millièmes de son poids à l'état frais ; elles sont formées de phosphates alcalins, de sulfates (principalement de sulfate de soude), de carbonates alcalins, de chlorures (principalement de chlorure de sodium), d'oxyde de fer, de chaux, de magnésie avec des traces de silice.

Les sangs de cochon, d'oie, de veau et de poule sont les plus riches en phosphates.

Le sang liquide des abattoirs renferme 3 pour 100 d'azote, celui des chantiers d'équarrissage un peu moins ; battu avec soin lorsqu'il est encore chaud et resté liquide après refroidissement, il marque 6° à 7° à l'aréomètre de Baumé.

Le sang ne s'emploie jamais à l'état liquide ; sa décomposition, trop prompte à cette forme, n'en rendrait pas l'usage avantageux, soit qu'on le répandît seul, soit qu'on l'étendît d'eau pour le faire servir aux arrosages.

Jeté sur le fumier, il ne rend pas beaucoup plus de services ; il vaut mieux le mélanger à de la terre sèche ou à des matières absorbantes, comme la tourbe.

Le commerce le livre en général desséché ; amené à cet état, il a l'avantage de tenir peu de place et par conséquent de pouvoir être envoyé au loin sans grande augmentation de prix pour le transport.

Les procédés de dessiccation du sang sont de deux genres ; les uns sont basés sur l'action de la chaleur, les autres sur celle des agents chimiques.

La dessiccation du sang au moyen de la chaleur peut se faire avec avantage quand on n'a pas besoin de diminuer le volume et le poids de l'engrais et qu'on doit l'employer sur place, en suivant les indications données par M. Payen. On fait dessécher au four, à la température de la cuisson du pain, une certaine quantité de terre criblée ; on attire au-devant du four cette terre sèche, et on l'arrose avec le cinquième de son poids de sang ; on remue, on renfourne et on agite avec un râble jusqu'à ce que la dessiccation soit complète. L'engrais ainsi préparé peut se conserver indéfiniment dans un lieu sec, et son action sur la végétation est très-régulière.

Le plus souvent la dessiccation a pour but la diminution de volume de l'engrais ; on opère alors sa coagulation, soit à feu nu, soit au moyen d'un jet de vapeur que l'on fait arriver dans de grandes chaudières où le sang est contenu.

La partie coagulée est introduite dans des sacs de toile et soumise à la presse, pour lui enlever en grande partie l'eau dont elle est imprégnée ; le pain exprimé est ensuite desséché complétement par l'exposition à l'étuve, et enfin est broyé.

Le sang ainsi préparé a l'aspect d'une poudre rouge noirâtre, sans odeur désagréable lorsqu'il est bien conservé.

Sa composition est un peu différente de celle des parties sèches obtenues par son évaporation ; car il abandonne en presque totalité les sels qu'il contient à l'état frais.

M. Soubeiran, dans une analyse qu'il a faite du sang préparé à Aubervilliers par la coagulation au moyen de la vapeur, lui a trouvé la composition suivante :

Eau.	170,0
Matières animales.	780,0
Phosphate de chaux des os.	3,3
Sels divers et matières terreuses. . . .	46,7
	1000,0
Azote pour 1,000.	150,0

Un kilogramme de sang sec représente environ 4 kilogrammes de sang liquide.

Les agents chimiques essayés pour la coagulation du sang sont nombreux; les principaux par les résultats qu'on en a obtenus sont la chaux vive, le sulfate de sesquioxyde de fer, le chlorure de manganèse acide, provenant de la fabrication du chlore.

M. Peplowski ajoute au sang un trente-deuxième de chaux vive; en peu de temps le mélange se prend en masse, en se coagulant sous forme d'albuminate de chaux insoluble. La matière est soumise à la presse et ensuite desséchée. Le sang ainsi desséché est d'une prompte décomposition une fois qu'il est dans le sol; par suite son emploi est moins avantageux que celui des coagulums obtenus par l'addition de sulfate de sesquioxyde de fer acide en dissolution ou de chlorure de manganèse acide au sang frais. Ces coagulums desséchés sont plus recherchés que les autres sur les marchés, en partie à cause de leur couleur plus noire, car les uns et les autres dans la culture des cannes à sucre, dont ils sont le principal engrais, rendent à peu de chose près les mêmes services.

Jusqu'à présent les liquides séparés du sang dans ces opérations n'ont pas été utilisés; cependant les sels qu'ils contiennent en quantité assez appréciable pourraient rendre des services, soit dans l'agriculture, soit dans les arts.

Le sang desséché convient particulièrement aux prairies naturelles et artificielles, aux légumes, racines, etc., etc.; mais, comme dans l'emploi de tous les engrais incomplets, son usage ne doit pas être continué, et l'on doit alterner avec les fumures ordinaires.

Poils, plumes, cornes, etc. Ces substances, d'une richesse en azote comparable à celle de la chair et du sang, en diffèrent complétement par la lenteur avec laquelle elles se décomposent. Malheureusement, la rareté de ces matières en restreint trop l'usage. Leur emploi est surtout avantageux pour bonifier des terres stériles, auxquelles elles donnent la fertilité pour de longues années, pour peu qu'on y répande en même temps des engrais de facile décomposition.

Les poils, le crin, la plume, fournissent spécialement de l'azote aux terrains où on les répand.

D'après MM. Boussingault et Payen, ces substances en renferment pour 100 :

	Matière	
	desséchée.	à l'état naturel.
Plumes.	17,61	15,34
Bourre de poil de vache.	15,02	13,78

Les débris de cornes, de griffe, etc., agissent non-seulement par l'azote qu'ils contiennent, mais ils introduisent encore dans le sol une quantité de phosphate appréciable.

La râpure de corne, telle qu'on la trouve dans le commerce, renferme 15 pour 100 d'azote et 46 pour 100 de phosphates de chaux et de magnésie. Son action est moins lente que celle des poils et des plumes ; on peut la rendre aussi prompte que celle de la chair, en chauffant la corne à + 300° et en la pulvérisant ensuite.

On répand la râpure de corne sur les terres à la dose de 1,000 kilogrammes environ par hectare.

Laine. La laine est un des débris animaux les plus riches en azote et par suite un des engrais les plus actifs sous un petit volume. Sa décomposition est assez lente à se produire, et son action se prolonge cinq ou six années.

Les débris formés par la destruction des étoffes et constituant les chiffons sont la forme sous laquelle la laine est le plus employée comme engrais; ils renferment 18 pour 100 d'azote.

Les balayures des fabriques d'étoffes de laine, en grande partie composées de tontisses, et celles-ci lorsqu'on ne les emploie pas à d'autres usages, peuvent rendre les mêmes services.

L'Angleterre fait un grand usage de la laine dans la culture du houblon ; dans le midi de la France on l'emploie avec succès pour celle de la vigne et de l'olivier. La dose que l'on répand varie entre 2,000 et 3,000 kilogrammes par hectare. On enterre les chiffons à la charrue, après les avoir divisés le plus possible, pour que leur action soit plus égale et que leur décomposition soit plus prompte.

Les divers moyens chimiques proposés pour hâter la décomposition des chiffons n'ont pas produit les résultats qu'on en attendait : aussi sont-ils presque complétement abandonnés aujourd'hui. Lorsqu'on veut hâter l'action des chiffons de laine, il faut, après les avoir divisés le plus possible, les faire tremper dans le jus de fumier ou dans l'urine; on les met ensuite en tas seuls ou mélangés avec du fumier, que l'on répand simultanément avec eux sur le champ.

Le tas doit être abandonné à lui-même quelque temps et être recoupé deux fois, un mois avant l'épandage; on doit l'entretenir dans un état constant d'humidité au moyen d'arrosages avec des urines.

Les chiffons de laine sont favorables surtout aux terres légères et perméables.

En faisant écouler sur des terres poreuses ou dans des fossés rem-

plis de paille, les eaux chargées de matières grasses provenant du désuintage des laines, on obtient des composts qui, à cause de la richesse de ces eaux, peuvent être extrêmement précieux si on les prépare avec soin.

Pain de cretons. Le marc des graisses des animaux dont on a extrait le suif est un bon engrais, qui ne dose pas moins de 11 pour 100 d'azote. Il est formé des membranes du tissu graisseux, de sang coagulé, de muscles, d'os et d'un peu de graisse.

Le pain de cretons avant d'être employé doit être divisé à la hache ou bien être mis tremper dans l'eau, car il a une grande compacité, résultat de l'action de la presse à laquelle il a été soumis pour abandonner les matières grasses.

Son action sur le sol se prolonge trois ou quatre années.

Marc de colle. Le marc de colle, formé par le résidu du traitement des tendons et des rognures de peau par la chaux, composé de poils, d'os, de cornes, de muscles, etc., est un engrais qui renferme 4 pour 100 d'azote. Son action est de courte durée; on a obtenu de bons effets de son usage à la dose de 500 à 600 kilogrammes par hectare.

ENGRAIS MIXTES.

Les engrais mixtes comprennent deux grandes classes de produits qui par leur importance tiennent le premier rang dans l'économie agricole.

En effet, les fumiers et les composts sont la base de toute culture, et tous les engrais que nous avons examinés jusqu'ici rendent de bien faibles services comparés à ceux-ci.

Fumiers. Les fumiers sont constitués par les déjections animales liquides et solides, mélangées à des substances de nature très-diverse que l'on emploie pour les absorber.

Les fumiers ne consistent pas en un simple mélange des déjections avec la litière. Les déjections, corps azoté, remplissent vis-à-vis de la litière un rôle tout particulier; elles contribuent à la transformer en engrais.

Le principe azoté des déjections joue le rôle de ferment, et en faisant subir son influence à la litière il la dispose à une assimilation prompte et facile par le végétal.

Pour que la fermentation suive une marche régulière il est nécessaire de favoriser dans une juste proportion l'action des trois

éléments essentiels à son apparition, l'air, l'humidité et la chaleur; pour transformer le fumier en un bon engrais, il faudra donc le mettre dans les conditions d'une bonne fermentation.

Tel est le but que doit atteindre le cultivateur lorsqu'il a un fumier composé d'éléments de bonne qualité.

Les déjections des animaux varient beaucoup de composition avec la nourriture de l'animal; par conséquent les fumiers des animaux bien nourris, toutes choses égales d'ailleurs, seront d'un meilleur usage.

La nature de la litière, les éléments qu'elle contient n'étant que transformés, contribue beaucoup à l'augmentation de valeur des fumiers.

Les litières doivent remplir deux conditions pour être les meilleures possibles; elles doivent être riches en principes azotés et en substances salines; elles doivent être spongieuses et aptes à absorber le plus possible de parties liquides des déjections.

La litière est formée la plupart du temps par la paille de céréales. Cependant quelques produits, tels que les débris de légumineuses et de divers végétaux, pourraient être employées avec avantage à cet usage.

La paille par elle-même est un bon engrais, par conséquent son emploi comme litière augmente la valeur réelle du fumier; en effet elle est formée, suivant la céréale dont elle provient, pour 1000 parties de :

	Froment.	Seigle.	Orge.
Albumine.	31	15	19
Phosphates et sels.	60	30	40
Ligneux, substances non azotées. .	786	769	797
Eau	123	186	144

La paille joint à cet avantage celui d'absorber une forte proportion d'urine par suite de sa forme, de sa porosité et de sa sécheresse.

La quantité que l'on emploie varie avec la nourriture que consomment les animaux, et qui, suivant son état, fait varier la consistance des déjections.

Pour avoir le meilleur fumier possible, on doit employer le minimum de litière; mais la quantité doit être suffisante pour absorber les urines complétement et ne pas les laisser perdre, car elles forment la partie la plus riche des déjections. La fermentation s'é-

tablit d'autant plus facilement dans le fumier que la litière est plus divisée, car alors elle absorbe une plus grande quantité de liquides : aussi souvent a-t-on soin de briser la paille avant de la mettre sous les animaux.

Le pouvoir absorbant de la paille est beaucoup plus considérable que celui des autres débris végétaux ; trempée pendant vingt-quatre heures dans l'eau, elle en retient de deux à trois fois son poids, tandis que les autres substances employées comme litières en absorbent souvent moitié moins. Il suit de là que le fumier fait avec de la paille contient deux fois plus de déjections animales que celui formé avec d'autres débris végétaux.

Les feuilles, les fanes de pommes de terre et autres débris de ce genre, employés lorsque la paille manque, fournissent, quoiqu'en absorbant une quantité bien inférieure de liquides, des fumiers d'une certaine valeur, à cause de la plus grande quantité d'azote qu'ils renferment. On a aussi proposé la tourbe comme litière : son usage dans les pays voisins de tourbières pourrait devenir fort avantageux, si l'on calcule que c'est une substance très-absorbante et qui de plus est très-carbonée.

L'inconvénient que pourrait avoir son emploi résulte de sa pauvreté en phosphates ; mais on pourrait y suppléer en mélangeant en quantité proportionnelle des guanos ou des noirs d'os dans le fumier qui en proviendrait.

Les pailles ont l'avantage de maintenir plus facilement les animaux dans un état de propreté ; mais dans des années où la paille est rare, ou dans des exploitations où, les prairies dominant, la quantité de paille n'est pas en rapport avec le nombre des élèves, on retire un grand avantage de l'emploi des terres sèches comme litières.

Cet emploi peut surtout devenir avantageux si l'on a soin de combiner la nature de la terre dont on se sert avec celle du sol que le fumier est destiné à fumer.

Le fumier une fois produit ne doit pas rester longtemps dans l'écurie : cependant sur ce point les avis sont fort partagés ; mais sans nous arrêter aux conséquences qui peuvent résulter de son séjour plus ou moins prolongé pour les animaux, en ne considérant que la fermentation et la transformation de ses principes constituants, il est préférable de le sortir aussitôt sa production.

En général, le fumier est fort mal soigné ; il est laissé dans la cour, exposé à toutes les intempéries de l'air ; les pluies ont seules

le soin de l'arroser, et encore le font-elles d'une manière désastreuse, car pour peu qu'elles soient continues elles entraînent les principes solubles dans les ruisseaux qui bordent les chemins. Le fumier est exposé au piétinement des bestiaux, et les volailles en l'éparpillant augmentent les pertes qu'il subit par la volatilisation de ses principes actifs.

Pour éviter ces diverses causes, si contraires à une bonne fabrication d'engrais, on a proposé une suite de dispositions qui toutes ont pour but d'empêcher la déperdition des produits volatils dans l'air par une trop grande élévation de température et celle des composés solubles par les eaux de pluie qui les entraînent.

La place à fumier doit être pavée ou au moins glaisée avec soin, pour éviter l'absorption des liquides par le sol; elle doit être entourée d'un mur ou au moins d'un glacis en terre, qui empêche l'introduction de l'eau du voisinage et en même temps l'épanchement du jus du fumier. Le sol en pente doit amener les eaux découlant de l'engrais dans une citerne, où va puiser une pompe disposée de façon à renvoyer le liquide sur le tas lorsque celui-ci a besoin d'être arrosé; enfin, le tas doit autant que possible se trouver à l'abri des influences climatériques, soit en le disposant sous un hangar, soit plus simplement en l'abritant par des arbres. Le fumier mis en tas entre bientôt en fermentation; il s'échauffe, ses parties aqueuses s'évaporent en entraînant des gaz; il diminue de volume, et tend de plus en plus à former une masse homogène. Pour arriver à cet état, recherché par un grand nombre de cultivateurs, le fumier perd non-seulement de son poids, mais encore une grande partie de ses principes fertilisants, comme l'avait déjà démontré Gazzeri en suivant la marche de la fermentation sur une petite quantité de fumier, et comme l'ont prouvé depuis, d'une manière beaucoup plus exacte et plus conforme aux phénomènes ordinaires, les expériences de M. Volker, entreprises sur une grande échelle, sur du fumier exposé à l'air libre et sur du fumier abrité.

Le fumier abrité a perdu près des deux tiers de son poids en un an, ainsi que le constatent les résultats suivants par la pesée du tas à diverses époques :

3 novembre 1854.	1,475 kil.
30 avril 1855.	780
25 août.	589
15 novembre.	559

Le fumier à ces diverses époques a offert des différences très-notables dans la proportion de composés solubles et insolubles qu'il renfermait.

Des analyses de M. Volker il résulte pour le fumier abrité les rapports suivants :

	3 nov. 1854.	30 avril 1855.	15 nov. 1855.
Eau.	66,2	56,9	41,7
Matières organiques solubles. .	2,5	4,6	5,4
Matières inorganiques solubles.	1,5	3,4	4,4
Matières organiques insolubles.	25,8	25,4	27,7
Matières minérales insolubles. .	4,0	9,7	20,8
	100,0	100,0	100,0

Le fumier exposé à l'air libre n'a pas fourni des résultats moins remarquables :

	3 nov. 1854.	30 avril 1855.	15 nov. 1855.
Eau.	66,17	65,95	74,29
Matières organiques solubles. .	2,48	4,27	2,74
Matières inorganiques solubles.	1,54	2,86	1,87
Matières organiques insolubles.	25,76	19,23	10,89
Matières inorganiques insolubles.	4,05	7,69	10,21
	100,00	100,00	100,00

Ce savant a déduit de ses expériences relativement à l'azote des fumiers et à sa transformation jusqu'au moment de l'emploi : 1° que le fumier de ferme à l'état frais ne contient qu'une faible proportion d'ammoniaque libre ; 2° que l'azote s'y trouve presque entièrement à l'état de combinaison insoluble ; 3° que le fumier décomposé est plus riche à poids égal en azote, quoique dans la fermentation il se perde une partie des matières organiques ; 4° que la perte d'azote par suite de soins bien entendus peut devenir insignifiante ; 5° que l'ammoniaque est en partie fixée par les acides que la fermentation développe ; 6° que l'ammoniaque dégagée par la chaleur au centre du tas est retenue par les couches superficielles plus froides, surtout si celles-ci sont bien tassées ; 7° que le fumier exposé à l'air libre perd surtout son azote par entraînement par les eaux des pluies. Il a aussi reconnu que le phosphate de chaux faisait partie du fumier à l'état soluble, et qu'on le rencontrait principalement dans les eaux de la fosse à purin.

L'arrosage des fumiers avec le purin a pour but d'égaliser la-

fermentation de la masse, en portant partout le ferment sous la forme des principes azotés qu'il renferme, et en même temps de diminuer la fermentation si elle est trop active, en rafraîchissant le tas.

On a conseillé l'emploi du sulfate de fer dissous dans les eaux de la fosse pour arroser le fumier et par suite empêcher, en le transformant, sa déperdition du sel ammoniacal dans l'air.

D'autres agronomes se contentent, pour retarder sa décomposition de stratifier le fumier, avec des couches de tourbe, et lorsque cette substance par le prix de transport ne devient plus abordable pour cet emploi, de la remplacer par les boues de cour, les curures des ruisseaux, des gazons, de la terre, etc., etc.

Les différents fumiers ont des valeurs variant non-seulement avec les soins qu'on leur a donnés, mais aussi avec les animaux qui les ont fournis, surtout lorsqu'ils n'ont pas été l'objet de soins assidus.

Lorsqu'on emploie les fumiers, à l'état frais surtout, il est fort important de connaître leurs valeurs relatives.

D'après des expériences dues à M. Boussingault, qu'il a faites sur du fumier qui n'avait séjourné que vingt-quatre heures dans les étables, et qui était produit par quatre animaux d'espèces différentes, un cheval, un mouton, un cochon, et une vache, ayant pour litière de la paille de froment aux doses suivantes, et qui étaient nourris, le mouton en foin, avec 225 grammes de litière par jour; le cheval en foin et avoine, avec 2 kilogr. de litière par jour; la vache en regain de foin et pommes de terre, avec 3 kilog. de litière; et le cochon en pommes de terre cuites, avec 445 grammes de litière; d'après ces expériences, 100 parties de chaque variété de fumier contenaient à l'état frais :

	Eau.	Azote.	Acide phosphorique.
Mouton.	61	0,82	0,20
Cheval.	67	0,67	0,23
Vache.	81	0,34	0,13
Porc.	72	0,78	0,20

Et à l'état sec :

	Azote.	Acide phosphorique.
Mouton.	2,14	0,52
Cheval.	2,50	0,71
Vache.	1,88	0,71
Porc.	2,89	0,76

Le *fumier de mouton* est, comme l'indiquent ces dosages, le meilleur et le plus substantiel, et ce résultat se trouve en rapport avec la pratique, car à poids égal il fournit le plus d'avantages. Il convient aux sols argileux et froids.

Son emploi dans la culture des plantes oléagineuses est très-profitable; mais en général les céréales se trouvent moins bien de son usage. Suivant les brasseurs, il diminue la quantité de fécule contenue dans l'orge, et il paraîtrait que les betteraves fumées avec cet engrais sont moins riches en sucre.

Son action sur les terrains se fait ressentir pendant deux ans.

On ne le retire de l'écurie que tous les deux ou trois mois ; il est fortement tassé, mais par son exposition à l'air il augmente beaucoup de volume.

Un mouton qui consomme par jour 887 grammes de foin produit 1,447 grammes de déjections, dont 971 solides et 476 liquides, dont la richesse en azote et en acide phosphorique est représentée pour 100 par :

	Eau.	Azote.	Acide phosphorique.
Déjections complètes.	67,1	0,91	0,43
Excréments.	57,6	0,72	0,64
Urines.	86,5	1,31	0,00

Le *fumier de cheval,* plus avantageux que le fumier de bêtes à cornes à l'état frais, perd en grande partie ses propriétés fertilisantes s'il est mis en tas sans précaution. Très-sec par lui-même, il arrive bientôt à une température considérable, qui lui fait perdre presque tout l'azote qu'il renferme et ne le rend pas meilleur que de la litière si l'on n'a pas le soin de l'arroser souvent et de le tasser pour empêcher le trop facile accès de l'air dans sa masse, et par suite l'apparition de ces champignons connus sous le nom de *blanc.*

Un cheval qui consomme 7,500 gr. de foin et 2,700 gr. d'avoine, produit 15,560 gr. de déjections formées par 14,250 gr. d'excréments et 1,310 gr. d'urine, dont la richesse pour 100 parties égale :

	Eau.	Azote.	Acide phosphorique.
Déjections complètes.	75,4	0,74	0,16
Excréments.	75,3	0,55	0,18
Urines.	79,1	2,61	0,00

Le *fumier de bêtes à cornes,* plus humide que les précédents, est

moins susceptible d'altérations dans sa conservation. Son action est aussi lente à se produire dans le sol que sa fermentation dans le tas; aussi les terres fumées avec cet engrais peuvent-elles en ressentir les effets pendant quatre ans et plus.

Il convient particulièrement aux terres calcaires légères et perméables.

Une vache laitière produisant 8,5 litres de lait par jour consomme 7,500 gr. de foin et 15,000 gr. de pommes de terre; elle rend 36,673 gr. de déjections, dont 28,413 gr. d'excréments et 8,200 gr. d'urine, dont la richesse est représentée pour 100 par :

	Eau.	Azote.	Acide phosphorique.
Déjections complètes.	84,3	0,41	0,09
Excréments.	83,9	0,32	0,10
Urines.	88,3	0,44	0,00

Le *fumier de porc* est peu estimé, malgré sa richesse à l'état sec. A l'état frais son emploi n'est pas favorable, mais par sa lenteur à se décomposer il rend des services quand il est mélangé aux fumiers trop chauds, en retardant leur transformation.

Un porc consommant 7,000 gr. de pommes de terre par jour rend 4,350 gr. de déjections, formées par 1,300 gr. d'excréments et 3,050 gr. d'urine renfermant les quantités suivantes d'acide phosphorique et d'azote pour 100 :

	Eau.	Azote.	Acide phosphorique.
Déjections complètes.	93,8	0,37	0,21
Excréments.	84,0	0,71	0,61
Urines.	97,9	0,23	0,04

Le *fumier d'âne* était très-estimé dans l'antiquité; on l'emploie avantageusement aujourd'hui dans l'horticulture, malgré que ses propriétés fertilisantes, par suite de la nourriture peu substantielle qu'on donne à cet animal, soient inférieures à celles du fumier de cheval.

Le *fumier de chèvre*, très-rapproché des fumiers de mouton, s'en distingue par sa richesse plus grande.

Le *fumier de lapin*, d'après Arthur Young, est supérieur à la colombine, et la durée de son action est plus grande.

Dans les exploitations rurales, les fumiers ne sont généralement pas séparés par espèces; la fosse à fumier reçoit toutes les litières salies par les animaux de familles différentes nourris sur la ferme.

Ce fumier ainsi composé, et que l'on peut appeler fumier normal, à cause de l'universalité de sa fabrication par des moyens identiques, a dans les expériences de MM. Boussingault et Payen servi de terme de comparaison entre la valeur des divers engrais.

Le fumier normal de ces savants expérimentateurs était celui de la ferme de Bechelbronn, formé par les litières et les déjections de 30 chevaux, 30 bêtes à cornes et 15 à 20 porcs.

Ce fumier, lorsqu'il a été parvenu à un état moyen de décomposition et au moment d'être transporté dans les champs, a donné trois années de suite les rapports suivants entre l'humidité et les matières fixes qu'il renfermait :

	Eau.	Matières sèches.
Fumier préparé dans l'hiver de 1837 à 1838.	798	204
— 1838 à 1839.	778	222
— dans l'été de 1839.	804	196

Comme on le voit, les résultats sont assez peu différents des autres, et donnent une moyenne qui s'en écarte peu.

Ces fumiers analysés à leur état naturel ont fourni une moyenne de résultats représentée par la composition suivante :

		Fumier humide.	Fumier complétement sec.
Eau		793,000	»
Matières organiques.	Carbone	74,000	358,000
	Hydrogène	9,000	42,000
	Oxygène	53,000	258,000
	Azote	4,000	20,000
Matières minérales.	Acide carbonique	1,340	6,440
	— phosphorique	2,010	9,660
	— sulfurique	1,273	6,118
	Chlore	0,402	1,932
	Silice, sable et argile	44,488	213,808
	Chaux	5,762	27,692
	Magnésie	2,412	11,592
	Oxyde de fer, alumine	4,087	19,642
	Potasse et soude	5,226	25,116
		1,000,000	1,000,000

Cette composition est variable avec l'âge du fumier, d'après les phénomènes de fermentation dont le tas est le siége ; il est probable que plus frais il contiendrait plus d'azote, et que plus ancien il en retiendrait moins.

M. Girardin, dans du fumier qui n'avait subi qu'une fermentation peu avancée, a trouvé :

Eau	750
Matières organiques solubles et sels solubles	50
Matières organiques insolubles, sels insolubles, fibre végétale et paille	200
	1000

D'après une analyse de Richardson, faite sur du fumier au moment de l'épandage, ce fumier contenait :

Eau		649,6
Matières organiques		247,1
Matières minérales	Sels solubles dans l'eau	13,4
	Sels insolubles	57,9
	Sable	32,0
		1000,0

Le fumier de la ferme de Grignon au moment de l'emploi a fourni à M. Soubeiran les résultats suivants par son analyse :

Eau	694,0
Matières organiques	192,0
Sels alcalins	8,7
Carbonates de chaux et de magnésie	17,5
Sulfate de chaux	13,1
Phosphate ammoniaco-magnésien	11,3
Autres phosphates et principalement phosphate de chaux	4,7
Matières terreuses	58,7
	1000,0

Ce fumier contenait pour 1000 13,4 d'azote, ainsi combiné :

Azote des sels ammoniacaux solubles	1,1
Azote du phosphate ammoniaco-magnésien	0,6
Azote de la matière organique	11,7

D'après une nombreuse série d'analyses, M. Boussingault a trouvé que les fumiers renfermaient en moyenne pour 1000 :

Eau.	667
Azote.	18 à l'état sec.
—	6 à l'état humide.
Acide phosphorique.	14 à l'état sec.

Les différences assez variables que l'on rencontre dans les fumiers exigent quelques petites opérations pour se rendre compte exactement de leur richesse.

En général, on se contente de déterminer la quantité d'eau qu'ils contiennent en en desséchant à + 100° au bain-marie un poids connu ; à doser la proportion de matières minérales et organiques qu'ils renferment en incinérant le résidu de l'opération précédente, enfin à doser l'azote en traitant par la chaux sodée 1 gramme de fumier bien divisé et représentant autant que possible la composition moyenne du tas.

D'après les expériences de M. Paul Thénard, l'azote contenu dans les fumiers agit sur la nutrition végétale une fois qu'ils sont répandus dans le sol, sous une forme tout à fait différente de celle qu'il a lorsque ces engrais sont encore en tas. L'ammoniaque, suivant ce savant, est retenue dans les fumiers en grande partie combinée aux éléments carbonifères et formant avec eux un acide insoluble, qu'il désigne sous le nom d'acide fumique.

L'acide fumique est produit sous l'influence de l'azote et de la fermentation par une véritable combustion du principe ligneux.

L'acide fumique étant un produit stable, le but à atteindre par l'agriculteur doit être, pour perdre le moins possible d'azote dans la fabrication des engrais, de se mettre dans les conditions les plus avantageuses à la formation de cet acide.

Deux choses sont nécessaires, une fermentation bien régulière et une quantité assez considérable de ligneux.

C'est à l'absence de l'une de ces conditions qu'il faut attribuer la perte considérable d'azote qu'éprouve l'urine en se putréfiant et celle que souffrent les fumiers de crotin recueillis sur les routes. L'azote de l'urine se transforme en carbonate d'ammoniaque, et se disperse dans l'atmosphère si l'on n'a pas le soin d'y introduire du ligneux et de donner accès à l'air dans le mélange pour que la fermentation s'y établisse. Le fumier des routes, très-azoté, très-sec, est

trop exposé à l'action de l'air s'il n'est arrosé et tassé; la fermentation s'y établit irrégulièrement, et l'azote se disperse.

Une fois le fumier répandu dans le sol, l'acide fumique insoluble, et par suite incapable d'être absorbé par les végétaux, s'oxyde sous l'influence de l'air dans la partie supérieure de la terre, et se transforme en acide nitrique. Sous cette forme l'eau des pluies le dissout, l'entraîne dans la partie inférieure du sol, où il rencontre des corps désoxydants, tels que les combinaisons de fer au minimum. Il se désoxyde en leur présence, se change en ammoniaque, et à cet état, entraîné par le courant aqueux ascendant produit par la capillarité sous l'influence de l'évaporation superficielle de la terre, il rencontre les racines des plantes, qui se l'assimilent. Les labours en retournant la terre et faisant affleurer la partie précédemment inférieure favorisent la transformation de l'acide fumique que la couche profonde peut contenir.

La quantité de fumier que l'on doit répandre sur un terrain est extrêmement variable, et dépend de la nature de l'engrais, de celle du sol, du genre de culture.

En Suisse le fumier n'est qu'un accessoire, et les étables sont disposées de façon à recueillir séparément les déjections.

Les étables, dallées, ont une forte pente qui permet aux urines de se rendre dans une rigole pratiquée à la partie inférieure de l'étable et fermée à son extrémité par une vanne, qui empêche les liquides qui y sont réunis de se rendre immédiatement dans les citernes disposées pour les recevoir. Chaque jour les déjections solides sont poussées dans la rigole, et délayées dans le liquide qui s'y trouve. Après cette opération on lève la vanne, et les déjections unies aux eaux employées au lavage de l'écurie sont envoyées dans la citerne.

Chaque citerne est assez grande pour contenir les déjections d'une semaine. Au bout d'un mois quatre citernes sont remplies; mais les liquides de la première pleine, ayant subi déjà la fermentation, sont puisés et portés dans les champs, de manière qu'il y a toujours, en répétant cette opération, chaque semaine une citerne en état de recevoir le liquide.

Ce liquide, désigné sous le nom de *lizier*, a l'avantage d'offrir aux plantes les aliments sous la forme la plus facilement assimilable. Le marc des citernes employé sur les jeunes plantes nuit à leur pousse; il est plus avantageux de procéder à son épandage immédiatement avant un labour; les prairies tirent un grand avantage de

l'arrosage avec les eaux déposées et débarrassées ainsi de ce marc.

Les fumiers formés par les litières dans ce mode avantageux de faire, surtout lorsque l'on manque de paille, sont de peu de valeur.

Composts. Les composts sont des mélanges de substances de natures très-différentes, et dont la préparation a pour base la division d'un engrais puissant au milieu de matières de moindre valeur.

Les composts offrent comme avantage l'emploi de matières qui ne seraient pas utilisées, et qui en même temps qu'elles fournissent de l'engrais débarrassent la cour de substances gênantes et inutiles, telles que balayures, débris de paille, de foin, etc., etc.

On les prépare en disposant par couches les divers corps qu'on y fait entrer de manière à ce que leurs propriétés se modifient mutuellement par le mélange.

La place où l'on dispose les tas doit être préparée comme la place à fumier, c'est-à-dire qu'elle doit être formée par une aire imperméable à l'abri du contact des eaux de la cour et appropriée pour recueillir le purin qui en découle, et qui sert à les arroser.

Le but que l'on doit chercher à atteindre dans la confection des composts est de former un engrais se rapprochant pour sa composition le plus possible du fumier, qui est à proprement parler l'engrais le plus complet. On doit donc faire varier les doses de substances que l'on introduit dans la fabrication des composts de façon à ce que le rapport entre les matières minérales et les matières organiques qu'ils contiennent se rapproche le plus possible de celui de 15 pour 100 qui existe dans le fumier normal.

Les fumiers de ville, débris de toutes sortes de substances et principalement de matières végétales, peuvent être assimilés aux composts.

Les formules des composts sont innombrables; toutes cherchent à atteindre le même but, et les moyens pour y arriver diffèrent assez peu pour qu'on puisse les confondre toutes en une seule.

La recette célèbre de Jauffret mérite entre toutes quelques développements.

La préparation de l'*engrais Jauffret* est basée sur la provocation de la fermentation des substances végétales au moyen d'un arrosement pratiqué avec des liqueurs azotées. On dispose sur un terrain bien battu et exposé au midi une excavation dont on rend le fond et les côtés imperméables à l'eau. On remplit cette fosse à moitié d'eau, et on y introduit toutes espèces de végétaux herbacés, ortie, ciguë, jonc, buis, bruyères, etc., en quantité assez considé-

rable pour la remplir à peu près. On ajoute ensuite 5 kilog. de chaux vive et 160 grammes de sel ammoniac; on remue le mélange de temps en temps, et l'on ajoute les eaux de cuisine, les balayures, etc. Au bout de quelque temps la masse entre en fermentation, et produit un liquide très-chargé de substances organiques. Cette liqueur, désignée sous le nom de levain d'engrais ou eau saturée, est destinée à agir sur les parties ligneuses pour les transformer en engrais.

On prépare ensuite dans un tonneau, dit tonneau à lessive, une liqueur destinée à humecter les matières végétales, et qui contient pour 500 kilog. de paille ou 1000 kilogr. de plantes ligneuses destinées à être transformées en fumier :

Matières fécales et urine.	100 kilogr.
Suie de cheminée.	25
Plâtre en poudre.	200
Chaux vive.	30
Cendres de bois non lessivées. . .	10
Sel marin.	0,500
Salpêtre.	0,320
Levain d'engrais. Quantité suffisante.	

Les matières fécales peuvent être remplacées par 250 kilogr. d'excréments de chevaux, de bêtes à cornes, de porcs, ou 50 kilogr. de crottin de mouton; le plâtre par 100 kilogr. de marne, les cendres par 1 kilogr. de potasse ou 25 kilogr. de charrée, le sel par 100 litres d'eau de mer.

Cette liqueur ou lessive est mise dans un cuvier à l'état le plus épais possible.

Les végétaux préparés, c'est-à-dire hachés et broyés, y sont trempés par portions, retirés et disposés par couches jusqu'à une hauteur de 2,50 mètres sur une aire battue. Le tas terminé, les matières boueuses du cuvier sont versées dessus uniformément, et on recouvre ensuite de paille ou d'herbe tassée pour éviter l'accès de l'air.

Au bout de vingt-quatre heures, la température s'élève et la fermentation s'établit. Le cinquième jour, si l'écoulement du liquide est terminé, on arrose, après avoir enlevé la couverture, avec l'eau écoulée ou du levain. Le septième jour on découvre, on fait des trous d'un mètre de profondeur dans le tas; on les remplit de les-

sive, on ferme ensuite les trous, et l'on recouvre. Le neuvième jour on renouvelle, en ayant soin de faire les trous plus profonds. Entre le douzième et le quinzième jour, le fumier peut être employé ; pour les prairies il faut attendre un mois avant d'en faire usage.

Si les matières dont le fumier est formé sont herbacées, il ne faut pas laisser la température s'élever au-dessus de + 55° ; si elles sont ligneuses, on la fait monter jusqu'à + 75°.

On arrête la fermentation par un fort arrosement, pratiqué toujours avec le purin ou avec la lessive.

Le reproche que l'on peut faire à cet engrais est son prix élevé; cependant il peut rendre d'utiles services dans les lieux éloignés de toute production d'engrais animal.

Dans tout procédé de fabrication des composts, l'échec à éviter est presque toujours du côté économique, et la plupart du temps la dépense est plus considérable que le bénéfice que l'on retire de leur emploi.

FABRICATION DE LA GÉLATINE ET DES COLLES-FORTES.

La gélatine et les colles-fortes ne se distinguent pas au point de vue chimique.

Dans l'industrie on est convenu de donner le nom de colle-forte à la gélatine colorée par suite d'une préparation moins soignée.

La gélatine et les colles-fortes ont toutes pour origine des matières animales.

Suivant la nature des substances dont on l'a retirée, la gélatine porte des noms différents.

La gélatine la plus pure provient de divers organes de poissons, et on l'appelle de son origine *ichthyocolle;* celle provenant des os et préparée avec soin porte particulièrement le nom de *gélatine* et aussi celui de *grénetine*, du nom de celui qui le premier, Grenet, de Rouen, l'a livrée au commerce à l'état de transparence dans lequel on la rencontre aujourd'hui. Enfin, on désigne indistinctement sous le nom de *colles* celles de qualité ordinaire, colorées, quelle que soit d'ailleurs leur origine.

COLLE DE POISSON, OU ICHTHYOCOLLE.

La colle de poisson est une substance blanchâtre, sèche, tenace, demi-transparente, peu altérable à l'air à la température ordinaire. Elle est d'une nature fibreuse, qui la fait se déchirer seulement dans le sens de ses fibres et l'empêche de rompre. Elle est coriace, d'un goût fade, extrêmement peu développé. L'ichthyocolle mise en contact avec l'eau froide se gonfle, s'étend, se ramollits, se sépare en feuillets, mais ne se dissout pas. Jetée dans l'eau bouillante elle se dissout presque complétement, en laissant d'autant moins de résidu qu'elle est plus pure. La solution en se refroidissant se prend en une gelée incolore, plus ou moins transparente.

La colle de poisson est soluble dans les acides faibles, et elle est précipitée de ses solutions aqueuses par les alcalis.

L'ichthyocolle se rencontre dans le commerce sous plusieurs formes, qui autrefois étaient propres chacune à une espèce particulière. Aujourd'hui ces formes ne suffisent plus pour distinguer la provenance et le genre de fabrication.

L'ichthyocolle la plus pure et la plus estimée nous vient de Russie. Elle est préparée sur les bords des grands fleuves du sud de cet empire et sur les plages méridionales des mers intérieures, avec la vessie aérienne du grand esturgeon (*acipenser huso*).

Les habitants enlèvent cette vessie, dont la possession est un des buts principaux de la pêche, sur l'animal au moment où ils le retirent de l'eau, la font tremper, la séparent de sa peau extérieure, et la débarrassent du sang et de la graisse qui la salissent et l'encroûtent. Les vessies nettoyées sont coupées en morceaux, et enfermées dans un sac de toile, où par un pilonnage léger à la main on leur fait acquérir la souplesse. Les morceaux sont ensuite roulés en cylindres et disposés en forme de lyre où de cœur, d'où on a donné à ce produit les noms de *colle de poisson en lyre*, *colle de poisson en cœur*.

Ces formes sont données aujourd'hui à des produits inférieurs artificiels, qu'il est possible de distinguer à quelques caractères, qui cependant ne sont pas toujours réunis.

La fausse colle en cœur ou en lyre est cassante lorsqu'elle est sèche; on y distingue difficilement la disposition fibreuse de la colle véritable; elle est plus ou moins soluble dans l'eau froide; dans l'eau chaude elle fournit un résidu plus ou moins abondant insoluble, etc., etc.

Pour être certain de la pureté du produit que l'on achète, ces caractères ne sont pas de trop.

Le plus souvent la colle de Russie se rencontre maintenant dans le commerce sous forme de feuillets informes représentant toute la vessie non coupée, repliés plusieurs fois sur eux-mêmes comme les feuillets d'un livre. Ces feuilles sont retenues ensemble par un morceau de bois qui les traverse. La forme de cette colle lui a fait donner le nom de *colle en livre.*

La colle en livre est souvent falsifiée dans le commerce avec la membrane intestinale du veau et avec celle du mouton.

La fausse colle en livre se présente sous forme de feuilles très-minces, ayant 22 à 27 centimètres de longueur et une largeur ne dépassant pas 6 a 8 centimètres. Ces feuilles sont bosselées, opaques, d'un blanc terne, non chatoyantes. Elles se laissent déchirer en tous sens, tandis que la colle vraie ne se divise que suivant le sens de ses fibres. Leur saveur est salée. Dans l'eau froide elles se ramollissent ; dans l'eau bouillante elles laissent un résidu insoluble, et la partie dissoute, au lieu d'être liée et d'avoir une consistance filante, se partage en grumeaux.

En Moldavie, on prépare une colle de poisson de qualité inférieure, avec diverses parties de l'esturgeon. On prend la peau, l'estomac, les intestins et la vessie de ce poisson ; on les laisse macérer dans l'eau, pour les bien laver et les dégorger, et on les y fait ensuite bouillir ; après quelques instants on les retire, on les laisse sécher, et l'on roule les feuilles.

La *colle de morue* ou *colle en table* se prépare dans diverses contrées de l'Asie par un procédé analogue, appliqué seulement à la vessie natatoire de l'esturgeon. Les vessies bien nettoyées sont d'abord amenées à un état complet de dessiccation ; elles sont ensuite jetées dans de l'eau bouillante, d'où on les retire dès qu'elles viennent surnager sur le liquide. On les broye en présence d'eau froide et on les réduit en pâte. On donne à cette pâte la forme de galette.

On désigne sous le nom de *colle de poisson anglaise* un produit de qualité supérieure, qui semble être fabriqué avec les colles précédentes purifiées. Cette colle a l'aspect de lanières filiformes, d'une longueur de 5 centimètres environ, presque tout à fait transparentes et très-chatoyantes.

Cette matière est presque entièrement soluble dans l'eau ; elle se rapproche beaucoup de l'état complet de pureté.

On emploie aussi en Hollande et en Angleterre la vessie aé-

rienne de la morue pour la fabrication de la colle de poisson; dans quelques contrées on utilise celle de certains genres de perches. Tous ces produits sont d'un bon usage; mais cependant ils ne tiennent qu'un rang inférieur à celui des colles d'esturgeon de Russie.

A Caïenne, on fabrique depuis quelques années un produit de bonne qualité par suite des préparations qu'on lui fait subir avec la peau du machoiran, poisson appartenant à la famille des Siluroïdes. La peau est amenée à l'état de feuille mince, incolore, presque transparente. Elle est luisante et son aspect est légèrement nacré, sans irisations. Sa forme rappelle celle d'un poisson, elle est longue de 90 centimètres environ et a 14 centimètres dans sa plus grande largeur. Elle se déchire dans tous les sens; trempée dans l'eau bouillante, elle se dissout presque complétement et ne laisse qu'un très-faible résidu floconneux.

Pour la fabrication de l'ichthyocolle, on pourrait probablement employer les membranes de bien d'autres espèces de poissons, même indigènes, et en important cette fabrication en France diminuer le tribut que nous payons à l'étranger pour nous procurer cette substance.

La colle de poisson est employée pour donner du lustre et de la consistance aux étoffes de soie, aux rubans, à la gaze; pour monter les pierreries, pour la fabrication des perles fausses, pour l'application des couleurs dans l'impression sur étoffe.

L'économie domestique en fait aussi grand usage pour la préparation des gelées alimentaires, pour la clarification des vins et pour celle du café.

En pharmacie, elle entre dans la confection du taffetas d'Angleterre, des tablettes gélatineuses, de gelées fortifiantes, etc.

On obtient facilement la gélatine pure en faisant dissoudre la colle vraie de Russie dans l'eau bouillante et en filtrant la dissolution à + 100°. Cette dissolution, lorsque la colle a été précédemment bien lavée à froid, renferme seulement de la gélatine.

GÉLATINE DES OS.

La gélatine des os se préparait autrefois au moyen de deux procédés différents; aujourd'hui l'un des deux, celui dont l'origine est la plus ancienne, est passé à l'état de procédé historique. Il consistait à traiter les os par de l'eau bouillante sous une pression de deux à trois atmosphères pendant trois heures.

A cette pression, et à la température qui en est la conséquence, la gélatine était transformée et se dissolvait dans l'eau. La solution était ensuite traitée comme dans l'autre procédé.

Ce mode de faire avait pour résultats de fournir une gélatine altérée en partie par la température à laquelle elle avait été soumise et de donner des solutions très-étendues, auxquelles il fallait nécessairement faire subir une évaporation prolongée, qui ne pouvait que contribuer beaucoup à l'altération de la colle.

Les produits ainsi fabriqués ne pouvaient rivaliser pour la perfection avec ceux que l'on obtient par le seul procédé aujourd'hui en usage.

Cette fabrication a pour principes la transformation du phosphate insoluble des os en phosphate soluble, et la dissolution de la matière cartilagineuse de ceux-ci sous la pression atmosphérique et à la température la plus basse possible.

Les os que l'on emploie à cette fabrication doivent être sains, propres, et autant que possible spongieux et tendres.

Les os durs ont l'inconvénient d'être trop longs à s'attaquer et d'exiger en même temps, à cause de la grande quantité de phosphates qu'ils contiennent, une proportion d'acide chlorhydrique plus considérable pour rendre solubles leurs principes terreux.

Les os dont on fait le plus usage proviennent de la fabrication des boutons. Les escafilottes ou dentelles des boutonniers appartiennent aux côtes de bœuf, que l'on emploie dans cette industrie. Les produits qu'ils fournissent doivent en partie leur beauté à ce que ces os, avant d'être employés, sont blanchis sur le pré.

Les os de tête de bœuf et de vache, désignés dans les abattoirs sous le nom de canards, et les os de tête de mouton, plats, facilement attaquables, peu épais, fournissent aussi de beaux produits. Enfin, cette industrie emploie les os de l'intérieur des cornes ou cornillons, les os des jambes et les humérus de mouton.

Ces derniers donnent généralement des produits plus colorés, ainsi que les os de cheval, dont l'emploi, par suite de cet inconvénient, est réservé pour les qualités inférieures.

Les os sont triés avec soin à leur entrée à l'usine et lavés à l'eau courante s'il est possible, jusqu'à ce qu'ils soient bien débarrassés de toute substance étrangère, débris de muscles, sang, etc.

Les os lavés sont mis à macérer dans des baquets de bois, dans des auges en pierre siliceuse ou dans des vaisseaux garnis en plomb, pendant douze à quinze jours environ, avec une liqueur acide.

Cette solution acide se prépare en mélangeant 250 parties d'acide chlorhydrique marquant 22° à l'aréomètre de Baumé avec 650 parties d'eau.

Les eaux acides chargées de phosphate de chaux soluble sont décantées. On les remplace par une nouvelle liqueur acide, qui termine l'attaque, et qui décantée à son tour après quelques jours est reversée sur une charge d'os frais pour se saturer de phosphates.

Les phosphates ainsi obtenus s'emploient dans les fabriques de phosphore, en agriculture comme engrais et pour la confection de quelques genres de poterie. Dans le premier cas, les eaux sont évaporées et amenées à consistance sirupeuse. Pour les autres usages, on les sature complétement par un lait de chaux, on recueille le précipité de phosphate neutre formé, et on le fait sécher. L'état d'extrême division sous lequel se trouve le phosphate ainsi obtenu le rend très-efficace.

Les os privés de phosphates sont lavés avec soin; leur forme n'est pas altérée, mais ils sont devenus mous, élastiques et légèrement transparents. Dans cet état, leur conservation est difficile, et ils ne peuvent se gârder jusqu'au moment où ils seront mis en œuvre qu'autant qu'on surveille attentivement leur séchage.

Avant de les faire sécher, les os sont trempés dans un lait de chaux.

La chaux a pour effet d'attaquer et de neutraliser les derniers restes d'acide que l'eau n'a pu complétement enlever au centre de la masse de l'os. Par suite de la dessiccation au contact de l'air, les liquides contenus dans les pores internes viennent à la surface, où rencontrant la chaux ils saturent leur acide; de plus, la chaux en excès au contact de l'air perd sa causticité et se transforme en carbonate.

Les os préparés avant d'être mis en œuvre sont soumis à des lavages répétés pour enlever la chaux qui avait servi à les conserver.

On les traite ensuite par l'eau bouillante dans une chaudière à double fond chauffée à la vapeur, où ils ne tardent pas à être attaqués.

La quantité de matières que l'on fait entrer dans la chaudière est telle que, la dissolution étant complète et opérée en un temps très-court, la liqueur obtenue doive marquer 2° à l'aréomètre de Baumé.

L'ouvrier reconnaît ce degré de concentration de la solution à ce qu'en introduisant un cristal d'alun dans la chaudière, celui-ci laisse échapper de sa surface lorsqu'on le retire une matière filante pro-

duite par une réaction particulière du sel sur la gélatine en solution amenée à ce point de concentration.

On vide alors la chaudière, au moyen du robinet de soutirage qu'elle porte à sa partie inférieure. Le liquide est reçu dans un baquet après avoir traversé un tamis en toile métallique, où il abandonne les parties solides qu'il tient en suspension.

La solution claire est ensuite puisée dans ce baquet et portée dans des caisses en bois rectangulaires, de $1^m,40$ de longueur sur 20 centimètres de largeur et 12 centimètres de profondeur.

Ces caisses sont placées dans une pièce dallée, très-propre, afin que les parties de liquide que les joints laissent échapper puissent être recueillies et employées pour les qualités secondaires. Le rafraîchissoir, bien aéré, est toujours maintenu à une température assez basse, qui permet à la solution de se prendre en gelée. Cet effet est généralement obtenu le lendemain; on dépote alors la gélatine en la renversant sur une table, et on divise le pain en feuillets plus ou moins épais suivant le genre de produit que l'on prépare.

Cette division s'obtient en faisant courir horizontalement un fil ou une lame d'acier entre deux rainures horizontales portées par deux montants, et dont l'espacement donne l'épaisseur des feuilles que l'on veut avoir. Quelquefois le pain de gelée est divisé d'un seul coup par le passage horizontal à travers sa masse de fils tendus ou de lames placées horizontalement et à poste fixe sur deux montants établis dans la table, contre lesquels vient appuyer le pain de gélatine.

Les feuillets obtenus sont étendus sur des filets tendus sur des châssis. Les filets sont en fil de chanvre, de 2 millimètres de diamètre, formant des mailles de 3 centimètres de côté. Les châssis sont disposés dans des séchoirs ou au grand air, sous un angle de 35°.

Sous l'influence de l'air, l'eau s'évapore, la matière se sèche et diminue en même temps dans ses dimensions et particulièrement en épaisseur.

Lorsque la substance a acquis une consistance convenable, on la détache du filet, et on la retourne si les plaques sont d'une certaine épaisseur.

Lorsque l'on sort les châssis dehors pour opérer la dessiccation, on doit redouter de les exposer à la pluie ou au soleil : la pluie aurait pour résultat de tacher la gélatine, de retarder le séchage, et de la faire couler si elle était encore humide; le soleil en opérant trop vite la dessiccation des feuilles les ferait recoquiller, si elles

étaient déjà à un certain degré de dessiccation; et si au contraire elles étaient encore très-humides, l'élévation de température en favoriserait le coulage. On doit donc nécessairement avoir un hangar pour rentrer les châssis, ou plutôt les disposer dans un séchoir pour qu'ils ne soient pas exposés à ces influences climatériques.

La gélatine détachée des filets et sèche est exposée à l'étuve, chauffée avant d'être emballée, pour faciliter le départ de l'eau qu'elle contient encore.

Dans le séchage, la gélatine en gelée perd 83 pour 100 d'eau.

Lorsqu'on a employé des matières de première qualité, la gélatine ainsi préparée est transparente, incolore ou très-légèrement jaune, insipide, complétement inodore, même lorsquon favorise le dégagement de l'odeur par l'insufflation de l'haleine. Elle absorbe une quantité d'eau d'autant plus grande qu'on a mis plus de soin dans sa fabrication. Trempée dans l'eau froide, la gélatine de qualité supérieure subit en se gonflant un accroissement de poids qui n'est pas inférieur à 40 pour 100. Dissoute à chaud dans 100 fois son poids d'eau, elle donne à celle-ci, à la température de + 15°, la consistance de la gelée.

La première sorte, connue sous le nom de grenetine, est particulièrement employée dans l'économie domestique, pour donner de la consistance aux gelées animales ou végétales. On s'en sert pour la fabrication de la gelée de groseilles de toutes pièces. Autrefois, par suite de la composition azotée de la gélatine, on la considérait comme une substance nutritive de premier ordre, qui devait ouvrir la voie de la réforme alimentaire; mais aujourd'hui l'on est revenu de cet engouement, né des théories chimiques de Darcet, et la gélatine est considérée comme un principe alimentaire incomplet et de valeur très-secondaire. Il ne suffit pas qu'une substance contienne de l'azote pour être un aliment, il faut encore qu'elle fournisse les autres principes nécessaires à la vie animale et qu'elle les présente à l'estomac sous une forme convenable.

Les gélatines colorées préparées par ce même procédé sont employées, comme celles que l'on obtient avec les colles-matières, aux divers arts industriels.

La gélatine blanche est souvent colorée artificiellement par diverses couleurs. L'aniline, l'acide picrique, l'indigo soluble, le vert de Chine, servent particulièrement à lui communiquer leurs nuances.

Les gélatines colorées employées dans divers genres d'industrie

de luxe ont besoin quelquefois de se trouver sous forme de feuilles parfaitement planes. On y parvient facilement en coulant la gélatine liquide et assez chaude pour pouvoir s'étendre sur toute la surface voulue, dans des châssis en bois dont le fond est formé par une lame de verre enduite de fiel de bœuf pour éviter l'adhérence entre le verre et la gélatine.

La quantité de gélatine qu'on y coule est en raison directe de l'épaisseur qu'on veut donner à la feuille.

Lorsque le verre est uni la feuille l'est aussi; mais si le verre présente des dessins, comme le verre mousseline, ceux-ci se trouvent reproduits sur la feuille de gélatine.

La gélatine unie colorée est employée pour la fabrication des pains à cacheter, pour celle des fleurs artificielles; on l'applique en guise de vernis sur les papiers de fantaisie, sur les images de dévotion à bon marché, auxquelles elle communique le brillant et en même temps sa nuance particulière.

On fait des imitations de verre de couleur en disposant des feuilles de gélatine colorée, recouvertes de dessins par leur coulage sur des verres mousseline entre deux lames de verre incolore unies.

Dans la marine, on remplace quelquefois les verres et la corne transparente pour les fanaux par des toiles métalliques, enduites de gélatine par un trempage dans une solution concentrée, et rendues inaltérables après le séchage par un vernis résineux.

COLLES-FORTES.

Les colles-fortes diffèrent notablement de qualité suivant les fabriques d'où elles sortent, malgré que toutes les matières qui les fournissent se ressemblent extrêmement. Le soin et le mode de faire sont la seule cause de ces différences.

Les matières qui entrent dans leur fabrication portent le nom de colles-matières, elles sont d'un grand nombre d'espèces, et appartiennent toutes à la peau et aux tendons des animaux. Nous allons énumérer les principales :

Les *brochettes* sont des pellicules minces que le mégissier enlève pendant son travail sur les peaux pour les amincir et égaliser leur épaisseur. Ces matières fournissent de bons produits, car elles ne sont jamais mélangées de graisse ni de débris musculaires. Elles rendent de 44 à 46 pour 100 de colle.

Les *effleurures* sont formées par l'épiderme séparé de la peau dans

la fabrication des cuirs dits buffles ; elles donnent 30 pour 100 de colle.

On désigne sous le nom de *buenos-ayres* les rognures des cuirs bruts d'Amérique et les morceaux de peau qui servent d'attache aux caisses qui arrivent de l'étranger. Ces substances fournissent de 55 à 60 pour 100 d'un excellent produit.

Les *patins* ou gros tendons de derrière des quatre jambes des bœufs, le *nerf de bœuf*, formé par une partie de la verge, la *queue*, fournissent 35 pour 100 de colle inférieure.

Les *nerfs* ou tendons des jambes des chevaux qui sont toujours garnis de chair, et qui renferment les petits os du pied, donnent de 15 à 18 pour 100 d'un produit tellement inférieur, qu'ils ne sont employés que dans la fabrication des colles de chapelier.

Les *vermicelles* de *peau de lapin* et de *peau de lièvre* fournis par les coupeurs de poil à la mécanique, les *vieux gants*, sont les matières premières de la colle au baquet.

Les *pieds de bœuf*, après l'extraction de l'huile, donnent un produit très-coloré.

Les *rognures de parchemin* fournissent 62 pour 100 d'un produit excellent.

Les *pieds de mouton*, avec les tendons, les petits os et les ergots en donnent de 38 à 42 pour 100.

Les *surons* ou peaux sèches non préparées qui servent d'emballage à certains produits exotiques, indigo, quinquina, etc., donnent de 50 à 55 pour 100 d'un produit supérieur, mais long à préparer.

Enfin, on retire de la peau de la *tête de veau* de 44 à 48 pour 100 de colle très-facile à éclaircir.

Les colles-matières sont rarement employées fraîches ; en général on est obligé de les préparer pour pouvoir les conserver jusqu'au moment de leur mise en œuvre.

Les colles-matières sèches se préparent en faisant macérer les substances qui entrent dans leur composition pendant quinze jours ou trois semaines dans un lait de chaux, que l'on renouvelle trois ou quatre fois pendant le temps de l'immersion. Cette immersion, qui porte le nom d'échaudage, se fait en général dans de grandes cuves ou dans des fosses en maçonnerie. Lorsque la pénétration de la chaux dans les matières est complète, on les retire, on les fait égoutter, et on les étend ensuite par couches de dix centimètres sur une aire dallée et abritée de la pluie par un toit. On les retourne matin et soir jusqu'à leur dessiccation complète ; elles sont ensuite emmagasinées.

La chaux a pour effet de dissoudre le sang et quelques parties molles ; elle attaque l'épiderme et dispose les matières gélatineuses à se dissoudre.

Les colles-matières sèches avant d'être mises en œuvre sont mises à macérer de nouveau dans un faible lait de chaux pour détruire les quelques matières animales insolubles qu'elles renferment et qui s'opposeraient à la solution de la gélatine. Elles sont ensuite lavées à grande eau et même, lorsqu'il est possible, dans une eau courante.

On les laisse alors essorer à l'air, pour faciliter la combinaison de la chaux qu'elles peuvent contenir avec l'acide carbonique ; car les alcalis caustiques sont funestes à cette fabrication. Cette exposition ne doit pas être assez prolongée pour que les colles-matières puissent sécher : au moment de leur emploi elles doivent être souples et gonflées.

Dans toutes les usines bien montées, les chaudières où la cuisson s'opère sont chauffées par la vapeur.

La quantité de matière introduite dans ces chaudières est telle que le temps de chauffe étant le plus court possible on puisse obtenir des liqueurs concentrées. Les matières doivent être assorties de telle façon qu'elles abandonnent toutes dans le même temps leur gélatine.

Dans le plus grand nombre des usines, on ne continue pas en général le bouillon tout le temps de la dissolution avec la même eau ; on fractionne les produits en variant seulement le mode de fractionnement.

Dans quelques-unes on fait trois cuites et trois qualités différentes ; dans d'autres on fait deux cuites et deux qualités, ou bien encore deux cuites, et les eaux de la seconde servent à la préparation de la première cuite de la venue suivante.

On doit éviter d'obtenir des bouillons trop peu chargés, que l'on est ensuite obligé d'évaporer pour les concentrer, et qui perdent ainsi toutes leurs qualités.

Lorsque l'on est forcé d'évaporer les bouillons, la concentration s'opère dans des chaudières plates, chauffées avec un serpentin qui circule sur le fond et que parcourt un courant de vapeur.

Les bouillons sont clarifiés dans une chaudière conique à double paroi, chauffée par un courant de vapeur circulant dans le double fond, par le simple repos ou par l'addition d'alun lorsque le bouillon est alcalin.

La chaudière porte à sa partie la plus inférieure un robinet, que l'on ouvre lorsque la précipitation est complète, pour expulser les fèces avec une petite partie du liquide, que l'on met d'ailleurs de côté pour une opération subséquente.

Lorsque l'on peut opérer la clarification par le dépôt ou par l'albumine, on obtient des produits toujours préférables, car l'alun, le biphosphate de chaux, le sulfate de zinc et les autres sels qu'on emploie à cette précipitation sont toujours préjudiciables à la qualité.

Le bouillon clarifié est filtré sur une toile métallique et versé dans des formes identiques avec celles qu'on emploie dans la fabrication des colles d'os.

Les pains, solidifiés par le séjour des mises dans le rafraîchissoir, sont divisés en plaques, d'une épaisseur différente suivant le genre de fabrication : minces pour les collettes et épaisses pour la colle-forte.

La dessiccation s'opère dans des séchoirs bien ventilés et abrités du soleil par des persiennes.

Les plaques y sont disposées sur des filets horizontaux superposés, et isolés les uns des autres de 15 centimètres environ.

Dans ces conditions, pour que la dessiccation soit possible, il faut que la température soit assez élevée et que l'atmosphère soit peu chargée d'humidité. Ces conditions empêchent que le travail soit continu, car en hiver le séchage ne serait pas possible; aussi est-on obligé de l'interrompre pendant quatre mois environ; d'autant plus qu'en dehors de cette impossibilité de dessiccation, le froid est extrêmement contraire, puisque la gelée rend la colle invendable : elle n'a plus d'homogénéité, elle devient opaque, graveleuse, et l'on est obligé de la refondre, ce qui diminue toujours sa qualité.

Le brouillard lui est presque aussi funeste que la gelée, car en s'abattant sur la colle il la *pique*, c'est-à-dire qu'il la couvre de taches blanchâtres et oblige à la refondre. Il faut donc que le séchoir puisse être fermé hermétiquement pour mettre les produits qu'il renferme à l'abri de tels accidents.

Le soleil et la chaleur ont aussi leurs inconvénients : lorsque le séchoir est trop chaud par suite d'une température extérieure trop élevée, la colle, si elle n'est pas déjà en partie essorée, se fond dans l'eau qu'elle retient, coule, salit les filets, et occasionne ainsi une perte matérielle.

Pour remédier à ces inconvénients, on a proposé divers moyens,

qui jusqu'à présent n'ont pas été adoptés, parce qu'ils offrent tous plus ou moins de désavantages.

Une dessiccation trop prompte n'est pas moins à éviter qu'un séchage trop lent; car elle a pour résultat de sécher trop promptement la surface, de faire fendiller les bords et de rendre ensuite très-difficile l'élimination de l'eau qui reste dans la partie centrale des plaques.

Lorsque la colle a atteint une certaine consistance, on la retourne sur les filets.

La colle séchée est lustrée avant d'être livrée au commerce. On la lustre en trempant les plaques une à une dans l'eau chaude, en les frottant avec une brosse mouillée et en les faisant ensuite sécher dans une étuve chauffée.

Les colles préparées par ces procédés, plus ou moins modifiés, varient énormement dans leurs propriétés, suivant les usines d'où elles proviennent.

Les meilleures colles sont claires, peu colorées, très-résistantes; leur cassure est nerveuse. La colle de bonne qualité trempée dans l'eau froide ne doit pas s'y dissoudre, mais doit seulement s'y gonfler.

Cette propriété est tellement développée chez quelques sortes supérieures qu'on les emploie pour la confection des peignes en écaille factice.

La ténacité des colles est surtout le point essentiel à apprécier; pour y parvenir on fait une dissolution à poids déterminé de la colle que l'on veut examiner. Dans cette dissolution on trempe de petits cylindres de craie de la grosseur d'un crayon, et quand ils se sont bien imprégnés on les abandonne à une dessiccation lente.

Les cylindres ainsi desséchés ont acquis par l'introduction de la colle dans leurs pores une ténacité d'autant plus forte que cette propriété est plus développée dans l'échantillon examiné, et la force nécessaire pour rompre la craie exprimée en poids sert de point de comparaison pour la valeur de la colle.

Les usages de la colle sont très-nombreux : les meilleures colles servent aux menuisiers et aux ébénistes pour réunir les diverses pièces de bois qu'ils travaillent; les chapeliers, les peintres emploient celles qui sont de qualité inférieure.

Les variétés sont très-nombreuses; en voici les principales, avec leurs différences saillantes :

Au premier rang des colles-fortes préparées autrement qu'avec les os, se range la *colle de Givet*, qui doit sa supériorité surtout aux soins que l'on apporte à sa préparation.

Les matières premières qui entrent dans les usines de Givet sont les buénos-ayres et quelquefois les brochettes. Avant de fondre ces matières, on a soin de les débarrasser complétement par un séjour prolongé dans le lait de chaux de toutes les matières musculaires ou autres qui pourraient nuire à la qualité du produit. On les lave ensuite avec autant de soin pour leur faire perdre le plus complétement possible la chaux carbonatée qu'elles contiennent après leur exposition à l'air.

Les *colles de Châteaurenault et de Lille* sont fabriquées comme celle de Givet, mais cependant sont moins estimées.

Les *colles de Lyon*, d'un aspect beaucoup plus flatteur, mais moins tenaces, sont produites par un mélange d'os et de brochettes, traités séparément et dont on a réuni les bouillons.

Les colles de seconde qualité sortent des usines de Paris et d'Allemagne.

La *colle de Paris*, quoique faite d'après les mêmes procédés que celle de Givet, doit à une fabrication négligée son infériorité. Les colles-matières sont mal préparées, leur séjour dans les laits de chaux est trop court, l'alcali n'est pas assez renouvelé, et, au lieu de détruire ensuite l'alcalinité des colles-matières par l'exposition à l'air et par des lavages, on emploie des acides pour neutraliser son action. Les sels ainsi introduits sont très-nuisibles au produit.

La *colle de Cologne* diffère de la colle de Givet non-seulement par sa qualité, mais encore par son aspect. Elle est jaune, opaque; on lui communique cet aspect par un tour de main dans la fabrication. Elle est fournie au commerce par les usines de Strasbourg et de Metz.

Les qualités inférieures fabriquées avec les basses matières, au lieu de se rencontrer sous la même forme que les autres colles, sont mises en feuilles beaucoup plus minces, ce qui leur a fait donner le nom de *collettes*.

Les collettes sont exclusivement préparées avec les rognures de peau verte.

Les meilleures sont fabriquées à Annonay avec les rognures de chevreau; elles ont l'aspect des colles d'os, et ne manquent pas de qualité.

Les collettes de Strasbourg, préparées avec les rognures vertes de cheval et de mouton, leur sont bien inférieures.

Les eaux gélatineuses que l'on obtient dans la cuisson des chairs de cheval pour engrais, mélangées avec le bouillon de tous les dé-

tritus d'os et de peau recueillis par les chiffonniers, servent à la préparation des qualités les plus inférieures.

La *colle de parchemin* est un excellent produit, dont l'usage est réservé pour la fabrication des fleurs artificielles.

Dans les grands centres d'industrie, où le consommateur est en rapport direct avec le fabricant, on livre la colle pour quelques usages à l'état de gelée.

La *colle au baquet*, comme on la désigne, est surtout employée par les peintres dans la peinture à la colle et quelquefois pour le collage du papier, par les fabricants de papiers peints pour le fixage des couleurs, et par les doreurs.

La colle au baquet est particulièrement préparée avec les vermicelles des coupeurs de poil par procédé mécanique.

Ces matières sont facilement fondues; le produit est solidifié par l'addition d'une petite quantité d'alun. On ajoute aussi un peu de sulfate de zinc, ce sel ayant la propriété de retarder la décomposition et de permettre la conservation du produit pendant quelques jours; car sans cette précaution la colle, surtout par un temps orageux, ne tarde pas à tourner, c'est-à-dire à se liquéfier, sans pouvoir ensuite se resolidifier.

Les vermicelles de lapin français donnent la colle de première qualité; ceux de lapin anglais et de lièvre donnent un produit moins blanc, plus liquide et plus long à se solidifier.

La *colle liquide* est une dissolution concentrée de colle-forte de première qualité, que l'on empêche de se solidifier par l'addition d'un acide, qui ne lui enlève cependant pas sa propriété adhésive.

On la prépare en faisant dissoudre de la colle-forte transparente dans son poids d'acide acétique distillé, étendu d'eau de manière à ramener son degré d'acidité à celui du vinaigre de table fort. On ajoute ensuite un quart d'alcool et une petite quantité d'alun.

Dumoulin la prépare en ajoutant 200 grammes d'acide nitrique à 36 degrés acidimétriques à la solution de un kilogramme de colle-forte dans un litre d'eau.

Quelle que soit la qualité de la colle employée dans ces préparations, elle perd toujours de sa ténacité.

La *colle à bouche* se prépare en faisant dissoudre parties égales de belle colle-forte et de sucre dans l'eau, rapprochant le mélange et le faisant sécher.

FIN DU SEPTIÈME ET DERNIER VOLUME.

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE SEPTIÈME VOLUME.

	Pages.
Ligneux, bois	1
Conservation du bois	2
Matières textiles	6
Rorage ou sereinage du lin	7
Rouissage à l'eau	8
Distillation du bois	12
Nouvelles applications du bois	22
Blanchiment de la cellulose	24
Rinçage	26
Lessivage	27
Trempage	30
Blanchiment	*id.*
Procédé Gréan	33
Dégraissage	*id.*
Blanchiment	33
Procédé dit américain	*id.*
Dégraissage	*id.*
Blanchissage	*id.*
Fabrication du papier	34
Coupage	39
Nettoyage	*id.*
Pourrissage	*id.*
Lessivage	40
Défilage	43
Blanchiment	45
Collage animal	49
Savon résineux	50
Fabrication du papier à la forme	51
— du papier continu à la machine	52
Coloration, azurage	55
Fabrication du papier peint	60
Papier de tenture	*id.*
— velouté	64
Marbrure	67
Papiers maroquinés	69
Fabrication du carton	70
Fabrication de l'amidon et de la fécule	71
Procédé par la fermentation	72
Extraction de l'amidon par le lavage	74
— de la fécule	76
Trempage	79
Lavage	*id.*
Râpage	80
Tamisage	81
Panification. Farines	93
Farines	96
Fabrication du pain	98
Levain	*id.*
Pétrissage	100
Four aérotherme	105
Extraction du gluten	111
Mouture	112
— anglaise	*id.*
— à gruaux blancs ou à vermicelle	113
Couscous	115
Sucre	116
Extraction du sucre de canne	117
Sucre de betterave	124
Cristallisation	138
Procédés Rousseau	143
Raffinage du sucre	147
Clarification	149
Terrage	153
Clairçage	156
Sucre tapé	157
— moulé	*id.*
Mélasses	158
Sucre candi	*id.*
Révivification du noir animal	161
Boissons alcooliques naturelles	162

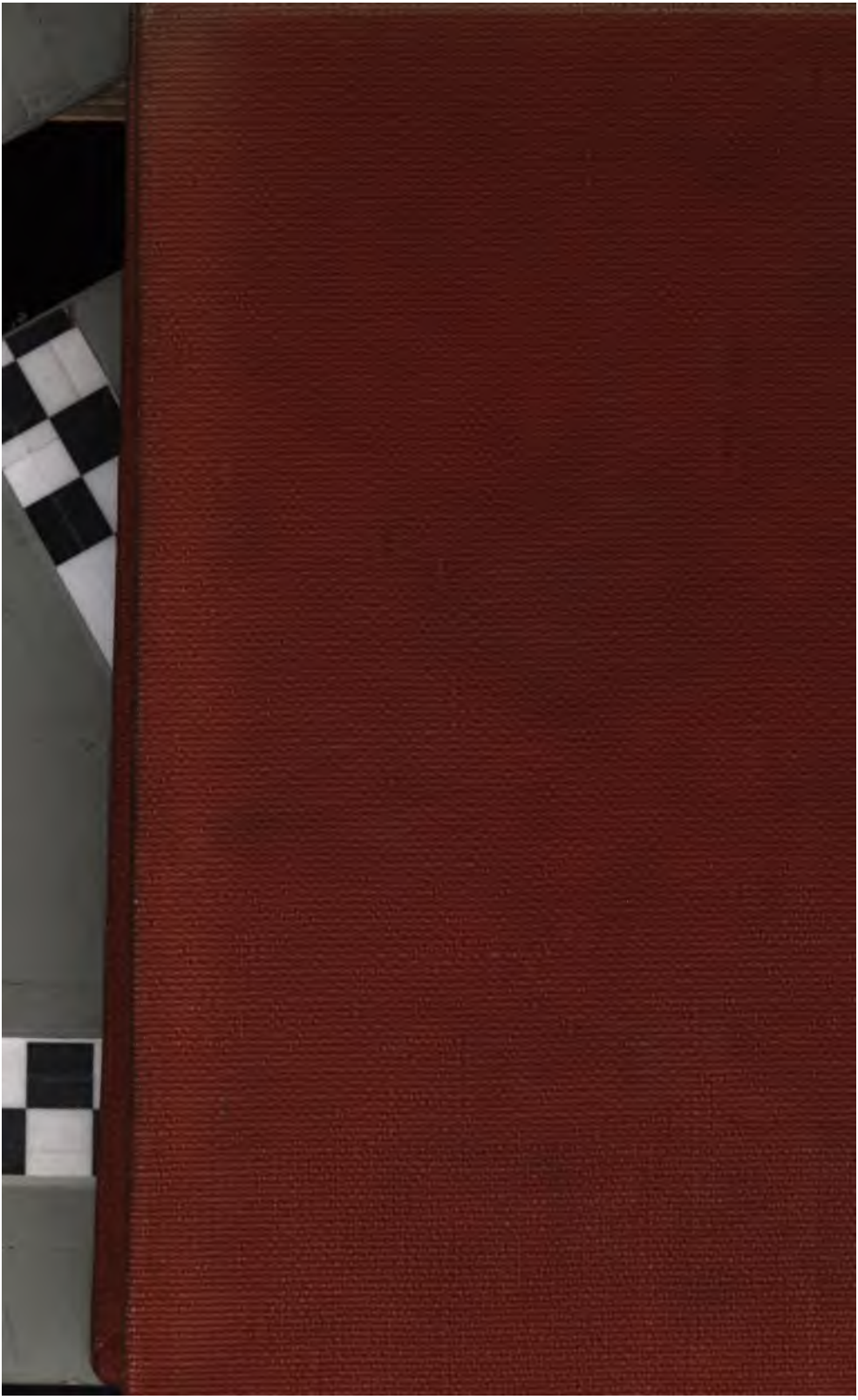
Pages.
Vins..... 162
Vendange..... 170
Égrappage..... id.
Foulage..... 171
Cuves..... 172
Décuvage..... 175
Pressurage..... 176
Vins blancs..... 178
Maladies des vins..... 184
Essais des vins..... 191
Cidre et poiré..... 197
— de pomme..... id.
Pressurage..... 201
Boissons artificielles. Bière..... 204
Maltage..... 205
Germination..... id.
Brassage..... 208
Eaux-de-vie et alcools..... 221
Fermentation des mélasses..... 224
— du jus de betterave..... 227
Procédé Champonnois..... 228
Distillation..... 231
Appareils de distillation continue. 232
Distillation des marcs de raisin, de pomme, de poire et des lies. 244
Fabrication de l'alcool avec les mélasses et les betteraves.... 245
Fermentation du jus de betterave. 248
Fabrication du vinaigre..... 253
Falsification du vinaigre..... 258
Fabrication des huiles..... 260
Huile d'olive..... id.
Écrasage..... 263
Pressage..... 264
Recense..... 266
Chauffage..... 267
Conservation de l'huile..... id.
Extraction des huiles de graine. 268
Concassage des graines..... 269
Épuration des huiles de graine.. 273
Extraction du suif..... 275
Huile de poisson..... 279
Fabrication des acides gras et des bougies stéariques..... 280

Pages.
Saponification..... 280
— sous pression... 282
Fabrication des acides gras par l'acide sulfurique..... 285
Saponification acide..... 286
Fabrication des bougies stéariques..... 291
Applications de l'acide oléique.. 295
Fabrication des savons..... 296
Savons durs..... 298
— marbrés..... 299
Préparation des lessives caustiques..... id.
Empâtage..... 300
Relargage..... 301
Madrage..... 302
Savon blanc..... 304
— de suif..... 306
Savons mous à base de potasse. 307
— de résine..... 309
— divers..... 311
Savon transparent..... id.
— nacré..... id.
Essais des savons..... 312
Teinture..... 313
Matières colorantes..... 317
Aniline..... id.
Acide phénique..... 322
Des mordants..... 324
Bains de teinture..... 326
De la teinture proprement dite. 327
Teinture en bleu..... 329
— en rouge..... 340
— en jaune..... 244
Couleurs composées..... 246
Teinture en vert..... id.
— en violet..... 347
— en noir..... id.
— par impression..... 349
Impression..... id.
Bousage..... 357
Fabrication..... 360
Couleurs fixées par la voie humide..... 361
— — par la vapeur.. 366

	Pages.
Couleurs d'application	369
— de conversion	371
Des terres arables	372
Composition des terres arables	373
Analyse des terres arables	385
— complète des terres	386
Procédés pratiques pour doser dans les terres leurs éléments les plus importants	398
Analyse des végétaux	408
Des engrais	411
Engrais minéraux	412
— alcalins	427
Engrais sulfatés	429
— phosphatés	434
— azotés	444
— composés	450
— organiques	464
— végétaux	id.
— animaux	477
— mixtes	511
Fabrication de la gélatine et des colles-fortes	525
Gélatine des os	528
Colles fortes	533

FIN.

THE NEW YORK PUBLIC LIBRARY
REFERENCE DEPARTMENT

This book is under no circumstances to be taken from the Building

form 410